UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS

MÉMOIRE D'ÉTUDIANT

CASE POSTALE 6128, SUCCURSALE A, MONTREAL, QUEBEC, H3C 3J7

LA RÉGLEMENTATION DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE AU QUÉBEC : LE CAS DE LA CEINTURE DE SÉCURITÉ AUTOMATIQUE

par

Jean Dulude

Mémoire de maîtrise, département de sciences économiques, dirigé par Georges Dionne.

Cette étude a été publiée grâce à une subvention du Fonds F.C.A.R. pour l'aide et le soutien à la recherche.

Université de Montréal
Centre de recherche sur les transports - Publication #484
Août 1986

Dépôt légal - 3e trimestre 1986

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE iii

INTRODUCTION 1

CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTERATURE 4

1.1 Définition du cadre juridique du Québec par rapport aux autres juridictions provinciales ou nationales 5

1.2 Revue de la littérature sur la réglementation de la sécurité routière : une perspective macroéconomique 8

1.3 Revue de la littérature sur la réglementation de la sécurité routière : une perspective microéconomique 22

1.4 L'évolution de la réglementation du port de la ceinture : la ceinture automatique 28

CHAPITRE 2. CADRE THEORIQUE 32

2.1 Le modèle avec homogénéité des individus..... 34

2.2 Le modèle avec hétérogénéité des individus 46

CHAPITRE 3. BANQUE DE DONNEES ET IDENTIFICATION DES VARIABLES 56

3.1 Description de la banque de données 58

3.2 Description des variables 61

3.3 Caractéristiques générales de l'échantillon 68

CHAPITRE 4. ANALYSE EMPIRIQUE 77

4.1 Signe et degré de signification attendus des variables 79

4.2 Analyse et portée des résultats 84

CHAPITRE 5. ANALYSE BENEFICES-COUTS 101

5.1 Le modèle 104

CONCLUSION 116

ANNEXES..... 119

NOTES 123

REMERCIEMENTS 125

BIBLIOGRAPHIE 126

CENTRE DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS
UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
Case postale 6128, Succursale A, Montréal (Québec) CANADA H3C 3J7

FORMULAIRE DE DOCUMENTATION POUR RAPPORT

1. Titre

La réglementation de la sécurité routière au Québec : le cas de la ceinture de sécurité automatique

2. Date du rapport
Août 1986

3. No de rapport du C.R.T.
#484

4. No I.S.B.N.

5. Auteur(s)
Jean Dulude

6. Organisme(s) subventionnaire(s)
Défi-Canada 1985; F.C.A.R. - Équipe 1985-1986;
Transports Canada 1985-1986; Fondation Berthelet-Aubin 1986

7. Résumé

Le mémoire de recherche qui suit se concentre autour de l'analyse du comportement d'agents rationnels face à l'implantation de la ceinture de sécurité automatique sur tous les véhicules automobiles. La première partie, d'une part, se veut un tour d'horizon de la littérature entourant la réglementation de la sécurité routière et, d'autre part, analyse les hypothèses avancées au cours des chapitres du modèle théorique et de l'analyse bénéfices-coûts. La seconde partie définit un cadre théorique pouvant formaliser le comportement des individus face à la réglementation de leurs activités d'autoassurance, i.e. les activités qui limitent le niveau moyen de leurs pertes "physiques" et monétaires lors d'un accident routier. La troisième partie se compose essentiellement de l'analyse empirique. Celle-ci se fera à l'aide d'un modèle PROBIT dont l'utilisation est rendue nécessaire par le caractère dichotomique des variables dépendantes retenues. Les données qui seront utilisées proviennent de la banque de données du projet Boyer et Dionne (1985). La dernière partie présente une analyse bénéfices-coûts de la réglementation de la ceinture automatique.

8. Mots clés :
sécurité routière, ceinture automatique
PROBIT, analyse bénéfices-coûts

9. Nombre de pages : 131

10. Code de prix : A06

LA RÉGLEMENTATION DE LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE AU QUÉBEC : LE CAS DE LA CEINTURE DE SÉCURITÉ AUTOMATIQUE

par

Jean Dulude

Mémoire de maîtrise, département de sciences économiques, dirigé par Georges Dionne.

Cette étude a été publiée grâce à une subvention du Fonds F.C.A.R. pour l'aide et le soutien à la recherche.

Université de Montréal
Centre de recherche sur les transports - Publication #484
Août 1986

Dépôt légal - 3e trimestre 1986

SOMMAIRE

Le mémoire de recherche qui suit, se concentre autour de l'analyse du comportement d'agents rationnels face à la réglementation de certaines normes de sécurité routière, notamment l'implantation de la ceinture de sécurité automatique sur tous les véhicules automobiles. On s'intéresse aussi dans cet effort de recherche, à la quantification des bénéfices nets découlant d'une telle réglementation.

La première partie de ce mémoire a deux objectifs. D'une part, elle se veut un tour d'horizon de la littérature entourant la réglementation de la sécurité routière et, d'autre part, elle permettra de substantifier les hypothèses avancées au cours des chapitres du modèle théorique et de l'analyse bénéfices-coûts.

La seconde partie définit un cadre théorique pouvant formaliser le comportement des individus face à la réglementation de leurs activités d'autoassurance, i.e. les activités qui limitent le niveau moyen de leurs pertes *"physiques"* et monétaires lors d'un accident routier. Le modèle en est un de maximisation de l'utilité de la richesse d'agents rationnels, en premier lieu, homogènes et, par la suite, hétérogènes. Le modèle tente de déterminer quels sont les niveaux de réglementation qui permettent l'atteinte d'un optimum social.

La troisième partie de ce mémoire se compose essentiellement de l'analyse empirique. Celle-ci se fera à l'aide d'un modèle PROBIT dont l'utilisation est rendue nécessaire par le caractère dichotomique des variables dépendantes retenues. Les données qui seront utilisées proviendront de la banque de données du projet Boyer et Dionne (1985) *"La tarification de l'assurance-automobile et les incitations à la sécurité routière"*. Cette analyse empirique permettra de dégager des résultats qui seront utiles lors de la dernière partie de ce mémoire, soit l'analyse bénéfices-coûts de la réglementation de la ceinture automatique.

INTRODUCTION

Dans un monde où les marchés de capitaux sont parfaits, un individu peut, à l'aide de la diversification, éliminer totalement le risque attaché à son portefeuille même si celui-ci contient des actifs tels que son capital humain. Si ces marchés comportent des coûts de transaction, il existe certains risques dans l'économie que l'individu ne peut éliminer en diversifiant son portefeuille (voir *Mayers et Smith* [*1983*]). Le risque de subir une blessure lors d'un accident de la route appartient à cette catégorie.

Pour réduire ce risque, l'individu se tournera vers l'assurance, les activités d'autoprotection et les activités d'autoassurance (voir *Ehrlich et Becker* [*1972*]). Une activité d'autoprotection est une action qui réduit la probabilité qu'un événement se produise. Ainsi, un individu qui réduit sa vitesse de conduite s'engage implicitement dans une activité d'autoprotection puisqu'il diminue, par le fait même, la probabilité qu'il soit impliqué dans un accident. Le niveau d'autoprotection que chaque individu adopte : influence alors non seulement le risque propre à chaque individu, mais aussi celui de tous les autres; c'est en ce sens que l'on considère que les activités d'autoprotection sont génératrices d'externalités. L'apparition de ces externalités rend le choix individuel d'activités d'autoprotection inefficace au sens de Pareto. *Boyer et Dionne (1983) (1985)* ont étudié, de façon exhaustive, ce problème. Dans leurs articles, ils considèrent comme façon d'internaliser ces externalités, plusieurs mécanismes, allant de la tarification de l'assurance-automobile à la responsabilité pour négligence. Dans ce mémoire, nous ferons l'hypothèse que l'instauration d'un régime d'assurance-automobile public fait en sorte que chaque individu choisit de façon efficace

son niveau d'activités d'autoprotection. Il deviendra donc par le fait même, exogène à notre problème.

Une activité d'autoassurance est une action qui diminue la perte associée à un événement quelconque lorsque celui-ci se produit. Ainsi, l'achat d'un pare-choc plus efficace ou, encore, le fait de boucler sa ceinture, sont des activités d'autoassurance. Dans ce travail, nous nous intéressons aux activités d'autoassurance qu'adoptent les individus pour diminuer la perte physique subie lors d'un accident de la route et, surtout, à un type précis de ces activités, soit le port de la ceinture.

Notons qu'il peut exister une certaine confusion en ce qui a trait à l'utilisation que nous faisons de la définition d'autoassurance. Comme il apparaîtra plus loin, nous étudions dans ce travail l'impact des activités d'autoassurance sur la *probabilité* de subir une blessure grave ou mortelle lors d'un accident routier. A proprement dit, on devrait parler d'activités d'autoprotection puisque celles-ci réduisent la probabilité qu'un événement se produise. Cependant, puisqu'elles influent sur le risque de *perte* moyenne de l'individu lors d'un accident routier, nous retiendrons la terminologie précédente. Donc, lorsque nous ferons référence à des activités d'autoprotection, nous prendrons en compte les activités qui limitent la probabilité qu'un accident se produise; lorsque nous ferons référence à des activités d'autoassurance, nous prendrons en compte les activités qui limitent l'ampleur de la perte étant donné qu'un accident s'est produit.

L'objectif de ce mémoire est de vérifier, par une analyse bénéfices-coûts, si l'implantation de la ceinture de sécurité automatique serait rentable socialement au Québec. Pour ce faire, nous diviserons le travail en deux parties.

La première partie, qui se veut le cadre théorique, comporte avant tout une description du cadre législatif entourant l'installation et le port de la ceinture de sécurité au Québec. Cette description se veut comparative dans la mesure où nous dresserons un bilan des différents régimes de réglementation existant dans les autres provinces canadiennes ainsi que dans certains pays. Nous procéderons par la suite, à l'élaboration d'une revue de la littérature sur le sujet depuis 1975. Cette revue se concentrera principalement sur les approches les plus en vogue soit l'approche dite *"technologique"* et l'approche dite de *"substitution pour le risque"*. Après en avoir soulevé les principales divergences théoriques, nous discuterons du débat concernant l'évaluation empirique des différentes hypothèses. Enfin, pour clore cette première partie, nous tenterons de modeliser le comportement de l'individu face à la sécurité routière et le régime de réglementation optimal du niveau d'activités d'autoassurance.

Dans la seconde partie, après avoir fait une description de la banque de données et des variables, nous procéderons à l'analyse empirique.

Enfin, dans la troisième partie, nous effectuons l'analyse bénéfices-coûts en tant que telle.

CHAPITRE I

REVUE DE LA LITTERATURE

1.1 DEFINITION DU CADRE JURIDIQUE DU QUEBEC PAR RAPPORT AUX AUTRES JURIDICTIONS PROVINCIALES OU NATIONALES

La volonté de réglementer la sécurité routière au Canada et généralement partout en Occident, est issue de la situation précaire, en terme de mortalité, sévissant sur la route de la fin des années 50 au début des années 60. En effet, le nombre de fatalités sur les routes augmenta, par exemple, de 20% de 1962 à 1964 aux Etats-Unis *(Bloomquist, 1984)*. Les premiers pays[1] à édicter des normes concernant la construction des véhicules automobiles et,plus particulièrement, l'installation dans les dernières de la ceinture de sécurité, furent les Etats-Unis, le Royaume-Uni et la Nouvelle-Zélande, respectivement, en 1964, pour les premiers, et 1965, pour les autres. Les dispositions prises, à cette époque, obligeaient les fabricants de ces pays à installer des ceintures ventrales pour les passagers du siège avant de tous les véhicules de promenade nouvellement construits. Le Canada, pour sa part, tarde à imposer de telles normes. Bien que l'installation des points ancrages de la ceinture de sécurité ait été rendue obligatoire en 1968, la législation concernant l'installation des ceintures, elle, n'apparaîtra pas avant 1971. En effet, le 1er janvier de cette année-là, tous les véhicules construits en 1971 et les années subséquentes doivent être équipés de ceintures ventrales avec baudriers détachables à l'avant et de ceintures ventrales à l'arrière. Enfin, le 1er janvier 1974, la ceinture de sécurité telle que nous la connaissons maintenant au Canada, c'est-à-dire ancrée en trois points avec enrouleur automatique, doit être installée dans tous les nouveaux véhicules.

En ce qui concerne le port obligatoire de la ceinture pour les passagers avant, la situation est plus complexe au Canada, car la législation sur le port est de juridiction provinciale. Mais, avant d'aborder plus en détail la situation quelque peu hétéroclite du Canada, faisons un bref tour d'horizon de la situation prévalant dans quelques pays occidentaux. L'Australie, en 1972 est le premier pays à promulguer le port obligatoire de la ceinture pour les passagers avants et arrières. Par la suite, la plupart des pays occidentaux, à l'exception du Royaume-Uni et des Etats-Unis[2], ont légiféré en ce sens entre 1975 et 1978; les mesures d'exemptions et d'application (amendes) étaient toutefois très différentes d'un pays à l'autre. Les amendes peuvent varier de 0 à 400$ et peuvent être jumelées à un emprisonnement d'une durée maximale de 3 mois. Les pays les plus intransigeants face aux contrevenants sont la Finlande, la Belgique et l'Australie. Dans certains pays où le port de la ceinture est obligatoire, mais où il n'y a pas d'amende, comme l'Allemagne de l'Ouest et l'Autriche, les paiements d'indemnisation peuvent être réduits de façon substantielle si l'assuré ne porte pas la ceinture au moment de l'accident. Abordons maintenant le cas canadien. Depuis le 1er janvier 1976, l'Ontario oblige les conducteurs[3] de cette province à porter la ceinture, sans quoi ils devront débourser une amende de 20 à 100$. Cette province fut donc la pionnière en ce qui a trait à la législation sur le port de la ceinture. Le Québec emboîta le pas le 15 août 1976, mais d'une façon plus modérée comme nous le verrons par la suite. En 1977, la Colombie-Britannique et la Saskatchewan légiférent en ce sens aussi. On remarque que la Saskatchewan, cependant, est la province qui impose les peines les plus sévères en cas d'infraction; elles peuvent être de 200$ ou de deux mois de prison pour une seconde offense.

L'évolution de la législation du port de la ceinture au Québec s'est faite progressivement. En 1976, les articles 56.d à 56.1 sont ajoutés au chapitre 35 du Code de la route du Québec. Cet ajout rend obligatoire le port de la ceinture de sécurité pour tous les occupants au siège avant du véhicule de promenade au Québec. Les individus possédant un certificat médical stipulant leur incapacité de porter la ceinture, les enfants de moins de cinq ans et les individus pesant moins de 50 livres sont exemptés du port. Aussi, les occupants du siège avant d'un véhicule de promenade construit avant 1974 ne sont tenus que de boucler la ceinture ventrale. L'article 66.B du Code prévoyait des amendes allant de 10 à 20 dollars. En 1981, le Code de la route est refondu dans le Code de la sécurité routière. Les articles 468 et 470 font passer les amendes de 50 à 100 dollars pour le conducteur d'un véhicule qui ne porte pas la ceinture et 25 à 50 dollars pour le passager avant qui fait de même. Depuis 1981, aucun changement n'a été apporté à la loi; cependant, un projet de loi qui a été déposé en chambre et qui augmenterait de façon importante les pénalités rattachées à cette législation, est en instance de première lecture.

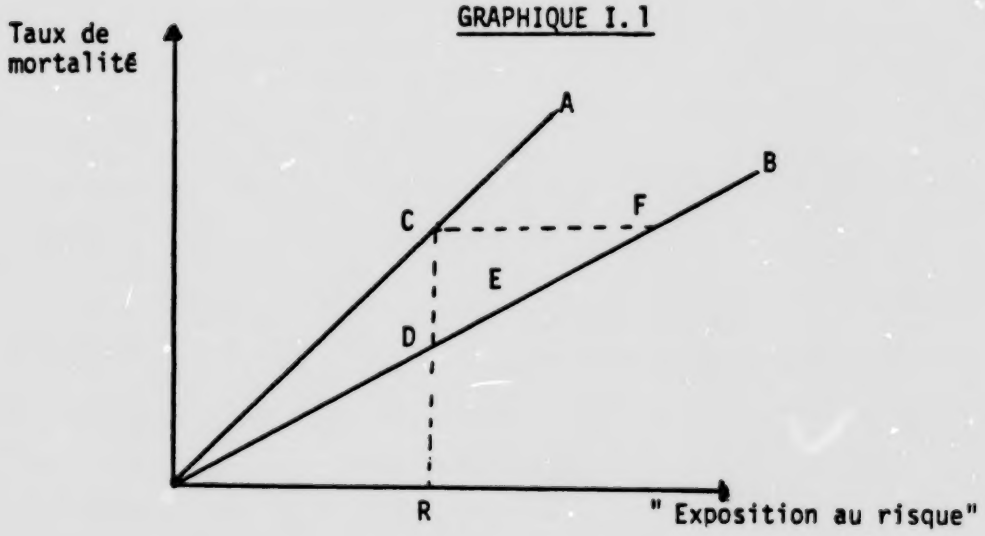
1.2 REVUE DE LA LITTERATURE SUR LA REGLEMENTATION DE LA SECURITE ROUTIERE: UNE PERSPECTIVE MACROECONOMIQUE

Il existe principalement deux approches concernant l'évaluation de la réglementation de la sécurité routière: l'approche dite *"technologique"* et l'approche dite de *"substitution pour le risque"*. La différence fondamentale entre ces dernières se situe au niveau de la réponse de l'individu, en terme de comportement au volant, face à la réglementation. L'approche *"technologique"* considère que la réglementation n'affecte en rien les décisions de l'individu alors que l'approche de *"substitution pour le risque"* suppose le contraire. Dans le domaine de la sécurité routière, on peut attribuer ces approches à *Robertson (1977-A) (1977-B) (1977-C) et Peltzman (1975) (1976) (1977)* respectivement.

Peltzman (1975) publia un article qui concluait que la réglementation des normes de sécurité automobile n'avait pas eu d'effet significatif sur le taux de mortalité routier aux Etats-Unis de 1965 à 1972. Dans cet article, l'auteur tente de répondre à trois questions: premièrement, est-ce que la réglementation imposée par le NHTSA[2], en 1968, a abaissé le taux de mortalité chez les occupants d'un véhicule automobile lors d'un accident; deuxièmement, est-ce que les blessures subies par les non-occupants[3] ont augmenté par rapport à celles subies par les occupants dans la période suivant la réglementation; et, enfin, est-ce que la probabilité d'avoir un accident a augmenté depuis l'avénement de la réglementation. Pour répondre à ces questions, *Peltzman* a construit un modèle de demande privée de sécurité automobile. Ce modèle en est un de maximisation de la

richesse où il établit que la génération de richesse est fonction du temps de loisir de l'individu. Dans le cas de la sécurité routière, l'individu se sentant plus en sécurité aura, par exemple, une propension à rouler plus vite, à doubler plus souvent, etc. Il modifiera, de ce fait, son exposition au risque, ce que *Peltzman* appelle le *"driving intensity"*

GRAPHIQUE I.1



Source: Peltzman (1975)

Si la droite A, dans le Graphique I.1, représente la situation avant la réglementation et que le point C nous indique le taux de mortalité, étant donné l'exposition au risque R, le point D, selon l'approche *"technologique"* devrait nous montrer le nouveau taux de mortalité après réglementation (droite B). Cependant, selon l'approche de *"substitution pour le risque"*, tout changement institutionnel qui rendrait l'individu plus sécure sur les routes, devrait nous amener, sur la droite B, à un point nécessairement à la droite de D, donc au point E. Par exemple, si le point E se situe à la gauche du point F, on rejoint les conclusions de l'approche *"technologique"* à l'effet que la réglementation a été

efficace en terme de vies sauvées. Si nous nous retrouvons au point F ou à la droite du point F, la réglementation s'est avérée inefficace ou même néfaste. Ce graphique résume bien le fond du débat entre l'approche *"technologique"* et l'approche de *Peltzman*.

La méthodologie utilisée par *Peltzman* pour tester son hypothèse est assez simple. Il construit, tout d'abord, une équation qui lui permettra de voir si l'exposition au risque a augmenté après la réglementation. Cette fonction a pour variable dépendante le taux de mortalité par millions de milles parcourus aux Etats-Unis (R) et pour principales variables explicatives, le revenu (Y), la consommation d'alcool distillé par personne de plus de 15 ans (A), la vitesse moyenne d'un véhicule (V), l'âge du conducteur (K), les coûts matériels d'un accident (P) et, enfin, un trend linéaire (T) pour tenir compte des variations du revenu permanent et de certains facteurs d'avancement technologique. Nous aurons donc,

$$R = F(Y,P,T,K,A,S) \qquad R_Y \gtrless 0 \qquad R_K > 0$$
$$R_P < 0 \qquad R_A > 0$$
$$R_T < 0 \qquad R_S > 0$$

En choisissant, arbitrairement, une forme fonctionnelle logarithmique, il prédit, à l'aide d'un échantillon annuel de 1947 à 1965[4], ce que le taux de mortalité serait, sans la réglementation, pour la période allant de 1966 à 1972. Si la réglementation est efficace, on constatera des divergences significatives entre les valeurs prédites et les valeurs effectivement observées. Il prédit, en premier lieu, le taux de mortalité des occupants du véhicule. Il trouve, conformément à ses attentes, que ce taux a significativement diminué d'une période à l'autre, les valeurs estimées étant dans le

même ordre de grandeur que celles estimées par les tenants de l'approche *"technologique"*. Pour soutenir, cette fois, son hypothèse sur l'exposition au risque, il considère, comme variable dépendante, le taux de mortalité des non-occupants[3]. Encore une fois, selon ses attentes, il trouve que les valeurs prédites divergent significativement des valeurs observées. Celles-ci sont, en effet, plus élevées que les valeurs observées, confirmant, de ce fait, qu'il y a eu redistribution du risque des occupants vers les non-occupants. Il lui reste maintenant à voir si la redistribution a été totale ou partielle. Pour ce faire, il aggrège les différents taux de mortalité et emploie la même méthode. Il conclut que la redistribution a été totale. On peut caractériser cette situation par le passage du point C au point F dans le Graphique I.1.

Un des premiers articles critiques de l'approche de *"substitution pour le risque"* fut celui de *Joksch (1976-A)*. Dans celui-ci, non seulement l'auteur critique la base théorique du modèle de *Peltzman (1975-A)*, mais il en conteste aussi la validité empirique. Au niveau du modèle, *Joksch* trouve douteux le choix de certaines variables explicatives. La construction de la variable P, soulève, selon lui, beaucoup de problèmes car plusieurs coûts importants reliés aux accidents sont négligés par *Peltzman*. De même façon, la variable de revenu utilisée par *Peltzman* aurait pu être remplacée par d'autres variables telles que le taux de chômage ou un indice de croissance quelconque. Celles-ci donnant d'aussi bons résultats que le revenu, *Joksch* conclut que toute la théorie de *Peltzman* se rattachant au revenu permanent est non fondée. Enfin, *Joksch*, par soucis de précision, suggère d'utiliser comme variable d'âge, la distribution de l'âge des accidentés plutôt que le rapport des 15-25 ans

sur la population totale. En plus de contester la construction de certaines variables, *Joksch* prétend que *Peltzman* a négligé des variables reconnues pour avoir une importante influence sur le taux de mortalité routier. Il souligne, entre autres, les changements qu'ont subi les véhicules automobiles au cours des années surtout en terme de poids et de grosseur. De plus, les taux d'occupation des véhicules ont beaucoup changé. La conséquence la plus importante de ces omissions est l'apparition presque certaine d'un problème d'auto-corrélation. Si cela s'avérait être le cas, tous les résultats empiriques de *Peltzman* n'auraient plus aucune valeur, car tous les coefficients de sa régression seraient biaisés. En ce qui concerne la variable dépendante, *Joksch* fait remarquer que le fait d'utiliser le taux de mortalité peut introduire un biais important dans le modèle. En effet, si le nombre de milles parcourus (M) est corrélé avec les variables du modèle et que le nombre de morts est indépendant de M et des variables explicatives, il se peut que l'on retrouve quand même une corrélation entre la variable endogène et les variables exogènes du modèle. Pour remédier à ce problème, *Joksch* suggère d'utiliser le nombre de morts plutôt que le taux de mortalité. Enfin, comme Y,T,S, varient de façon fort similaire dans le temps, il est fort probable qu'un problème de multicolinéarité apparaîtra dans la matrice de corrélation des variables explicatives.

En tenant compte de toutes ces remarques, *Joksch* modifie les équations de *Peltzman* et refait les estimations à l'aide des mêmes données. Il montre que les équations sont très instables et, par le fait même, que leur valeur de prédiction est, à peu de chose près, inexistante.

Petzman (1976), dans sa réplique, concède qu'il peut y avoir effectivement un problème avec l'utilisation du taux de mortalité comme variable dépendante. Cependant, après avoir revu ses estimations, il constate que le biais introduit n'est pas significatif, n'infirmant en rien les résultats obtenus préalablement. En ce qui a trait au problème de multicolléneárité, il le résout en transformant les variables explicatives de son modèle en différences premières. Encore une fois, cela ne change pas les résultats. *Peltzman* écarte de façon cavalière toutes les critiques quant à la spécification du modèle comme le fait remarquer *Joksch (1976-E)*.

Robertson (1977-A), tout en reprenant les arguments de *Joksch* élabore sa critique de *Peltzman (1975) (1976)* sur deux points nouveaux: premièrement, le fait que le taux de mortalité des non-occupants comprennent les piétons, les cyclistes et les motocyclistes est très discutable. En effet, non seulement les motocyclistes sont-ils un facteur non négligeable dans le taux de mortalité des piétons, mais aussi sont-ils exposés à un beaucoup plus grand risque du fait qu'ils roulent à des vitesses comparables aux automobilistes sans toutefois presqu'aucune protection. Intuitivement, on peut donc s'attendre à ce que leur probabilité de subir une blessure mortelle soit significativement plus élevée que celle des piétons ou des cyclistes. Deuxièmement, l'auteur reproche à *Peltzman* de ne pas différencier les accidents impliquant des véhicules réglementés, des accidents impliquant des véhicules non réglementés. Il souligne, à juste titre, qu'une proportion substantielle des accidents mortels implique des camions sur lesquels la réglementation de 1968 ne s'appliquait pas.

Considérant tous ces arguments, *Robertson* reformule le modèle de *Peltzman* et procède à de nouvelles estimations. Les résultats montrent que la réglementation réduit de façon importante le taux de mortalité chez les occupants et n'a aucun effet significatif sur le taux de mortalité des non-occupants.

L'article de *Nelson (1976)* est peut-être celui qui, justement, met le plus en évidence la subjectivité de l'interprétation des résultats de *Peltzman*. Contrairement à *Robertson* et *Joksch*, *Nelson* ne s'attaque pas aux fondements empiriques du modèle de *Peltzman*, mais au manque de perspective s'en dégageant. Il souligne, en premier lieu, qu'en supposant que les conducteurs ont augmenté leur exposition au risque après la réglementation, *Peltzman* fait implicitement l'hypothèse que la réglementation est le seul changement institutionnel ou sociologique qui ait pu influencer le comportement des conducteurs d'une période à l'autre. Selon lui, ce type d'inférence est très discutable. Si c'était le cas, on devrait constater dans la période réglementée une augmentation de la vitesse de conduite, une plus grande proportion de jeunes sur la route et plus de cas de conduite en état d'ébriété. Or, on ne constate une augmentation que dans les deux dernières variables. En ce qui a trait à la vitesse de conduite, on ne constate aucune augmentation significative. On pourrait conclure que l'augmentation des cas de conduite en état d'ébriété est due à une moins grande largesse des autorités policières et à l'avènement de l'ivressomètre. *Peltzman* reconnaît, d'ailleurs, ceci dans son article de 1975, mais n'en tient pas compte lors de l'analyse globale des résultats. Enfin, si l'on examine, sans idées préconçues, le phénomène qu'est la combinaison explosive de la jeunesse au volant et l'alcool, la réglementation de la sécurité routière

n'est sûrement pas le premier facteur causal qui nous vient à l'esprit. Les problèmes des jeunes des années 60' (Drogue, contestation, etc.), selon *Nelson*, sont sûrement plus explicatifs de cette situation. De plus, il se peut très bien que la relation entre un nombre toujours croissant de piétons et d'automobiles ne soit pas linéaire (effet de congestion), ce qui entraînerait que les valeurs prédites par *Peltzman* pour les années suivant la réglementation soient biaisées vers le bas. Une fois tous ces facteurs pris en considération, l'examen des résultats de *Peltzman* nous fournit des conclusions fort différentes. Une des conclusions émanant de ce genre d'interprétation, est que la réglementation a peut-être limité une croissance vertigineuse du taux de mortalité sur les routes américaines. Sans pour autant rejeter l'article de *Peltzman*, *Nelson* souligne que les résultats de celui-ci sont sujets à de multiples interprétations de par le fait que les hypothèses sous-jacentes du modèle ne sont pas, elles-mêmes, très robustes.

MacAvoy (1976), dans un court article, apporte des éléments nouveaux en ce qui concerne les méthodes d'estimation utilisées par *Peltzman*. En effet, selon lui, la procédure employée pour prédire les taux de mortalité de la période 1966-1972, n'est pas cohérente avec la théorie exposée par *Peltzman*; alors que, selon les attentes théoriques, les variables devraient augmenter[5], la méthodologie d'estimation suppose que ce sont les coefficients qui augmentent d'où l'inadéquation entre le cadre théorique et le cadre empirique.

Lindgren et Stuart (1980) utilisent le modèle de *Peltzman* pour voir si la réglementation de la sécurité routière en Suède a été efficace. Ils modifient le modèle en question en éliminant la variable vitesse (S)

parce qu'elle n'est pas disponible et la variable de coûts de dommages matériels (c) parce qu'elle ne s'est pas avérée significative lors d'une régression préliminaire. Comme l'ampleur de la réglementation est plus importante qu'aux Etats-Unis, ils supposent qu'elle était 1,5 fois plus stricte ou rigoureuse en Suède. Au niveau de la méthodologie empirique, les procédures d'estimation sont les mêmes que *Peltzman*. Ils estiment tout d'abord, le taux de mortalité des occupants du véhicule et trouvent, selon leurs attentes, que la réglementation a fait baisser celui-ci de 70% à 100%. Ils estiment ensuite le taux de mortalité des non-occupants[3] et, contrairement à *Peltzman*, trouve que celui-ci a diminué de 5% à 20%. Ces résultats rejettent donc l'hypothèse de redistribution du risque des occupants vers les non-occupants. Ils ajoutent, cependant, que ce phénomène peut être dû au caractère plus strict de la réglementation suédoise comparativement à la réglementation américaine.

Graham et Garber (1984) utilisent une variation du modèle de *Peltzman* pour voir dans quelle mesure la réglementation américaine de 1968 a pu avoir un effet sur les taux de mortalité routiers. Pour ce faire, ils considèrent un échantillon plus grand que celui de *Peltzman* qui s'étend de 1947 à 1980. Ils ont modifié le modèle de *Peltzman* de façon importante. En effet, non seulement ont-ils changé la forme fonctionnelle, passant du logarithmique au linéaire, mais aussi ont-ils inclus dans leurs équations une variable indépendante qui représente la réglementation. Cette nouvelle variable est une mesure de la proportion du nombre de milles parcourus par les véhicules réglementés. Cette approche, selon eux, leur permet d'éviter l'épineux problème de la prédiction de la variable endogène de période non réglementée à la période réglementée. De plus, les auteurs tiennent compte de plusieurs

critiques déjà formulées sur la spécification du modèle de *Peltzman*. C'est ainsi qu'ils retiennent la critique de *Joksch (1976-A)* en ce qui a trait à la construction de la variable *"âge"* et aussi celle de *Robertson (1977-A)* concernant l'agrégation des taux de mortalité des piétons, cyclistes et motocyclistes. Ils utilisent, donc, la distribution selon l'âge des accidentés et rajoutent une équation au modèle pour tenir compte du taux de mortalité des motocyclistes. Enfin, ils rajoutent une autre variable explicative aux trois équations pour pouvoir introduire l'effet de la prolifération, au début des années 70', des régimes d'assurance sans responsabilité. Cette inclusion devrait théoriquement venir renforcer l'effet de *"substitution pour le risque"*. Au niveau de la forme fonctionnelle utilisée, ils la justifient par le fait que, selon eux, l'interaction entre les variables d'âge, de vitesse et d'alcool est additive plutôt que multiplicative comme *Peltzman* le prétend.

Leurs résultats pour le taux de mortalité des occupants du véhicule sont dans l'intervalle habituel, mais se rapprochent de la borne supérieure qui est déterminée par l'approche *"technologique"*. Pour ce qui est du taux de mortalité des piétons, la qualité relative de la régression ne leur permet pas de porter un jugement définitif sur l'hypothèse de *"substitution pour le risque"*.

Dans une autre étude, *Crandall et Graham (1984)* abordent la problématique de façon assez originale. Comme leur article est basé sur leurs travaux respectifs, on y retrouve deux variantes d'un modèle d'équations simultanées. En supposant que la vitesse d'un véhicule peut représenter adéquatement le degré de risque qu'encoure un individu lors d'un trajet

quelconque, ils ébauchent un système d'équations où la vitesse est une variable à la fois endogène et exogène. Leur modèle a donc cette forme:

$$DR = f(S,K,A,H,Y,R)$$
$$S = f(DR,K,A,Y,P)$$

où DR est le taux de mortalité, S est la vitesse moyenne, K est l'âge moyen, A est la consommation moyenne d'alcool, H est une variable représentant les améliorations techniques de systèmes routiers, R est une variable représentant l'effet de la réglementation, Y est la valeur moyenne du temps du conducteur et P est un indice des coûts matériels lors d'un accident.

En effectuant une régression par moindres carrés ordinaires sur la forme réduite du système, ils peuvent déterminer quel est l'effet de la réglementation sur le taux de mortalité.

Le modèle de *Graham* est différent de celui de *Peltzman* en plusieurs points: premièrement, il retient la forme fonctionnelle linéaire. Deuxièmement, il ajoute quelques variables exogènes[6]. En considérant un échantillon de 1947 à 1981, il peut conclure que la réglementation a eu un effet négatif important sur le taux de mortalité des occupants, mais ses résultats ne lui permettent pas de retrouver la présence de *"substitution pour le risque"*.

Crandall, pour sa part, utilise comme *Peltzman (1975)*, une forme fonctionnelle logarithmique; il tient compte également de la critique de

Joksch (1976-A) en ce qui a trait au taux de mortalité comme variable endogène et le remplace par le nombre de morts sur les routes. De plus, comme *Robertson (1977-A)* le soulignait, il utilise une variable pour différencier les véhicules réglementés des véhicules non réglementés. Encore une fois, les résultats sont très probants en ce qui concerne l'effet de la réglementation sur le taux de mortalité des occupants du véhicule et n'indiquent pas le présence de *"substitution pour le risque"*.

Dans une étude exhaustive de la demande routière au Québec, *Gaudry (1984)* construit un modèle d'équations simultanées qui lui permet d'expliquer, à la fois, la demande routière, les accidents de la route et leur gravité (DRAG). En considérant 394 séries chronologiques de 1956 à 1982, il peut, à l'aide d'un modèle d'équations simultanées, élaborer une multitude de conjectures sur la demande routière, sur les facteurs explicatifs des accidents de la route et leur gravité et , enfin, sur les divers régimes de réglementation de la sécurité routière. Le modèle est constitué de 5 équations qui se veulent une représentation de ce que nous pouvons observer au Québec. Les deux premières équations sont nécessaires à la détermination de la demande routière. En effet, *Gaudry (1984)* suppose que la demande routière est bien approximée par la demande de carburant; deux équations sont alors nécessaires pour purger de la demande de carburant,la demande de carburant pour fins non routières. Ainsi, il parvient à isoler la demande de carburant pour fins routières. Une fois isolée, cette demande est par la suite substituée dans les équations qui déterminent le nombre d'accidents,la gravité de ceux-ci et le nombre de victimes. *Gaudry (1964)* schématise son modèle de la façon suivante:

$$DR = f(X^{dr})$$

$$AC = f(DR, X^{vi})$$

$$GR = f(DR, X^{vi})$$

$$VI = AC \cdot GR$$

où DR = ventes de carburant à des fins routières;

AC = le nombre d'accidents de la route;

GR = la gravité des accidents de la route;

VI = le nombre de victimes;

X^{dr} = ensemble des facteurs explicatifs des ventes de carburant à des fins routières;

X^{vi} = ensemble des activités d'auto-assurance et d'auto-protection qui expliquent AC et GR.

A l'aide d'une formulation économétrique sophistiquée de la forme réduite et des procédures d'estimations de maximisation d'une fonction de vraisemblance, l'auteur obtient des résultats pour le moins surprenant et ayant des implications importantes. En ce qui concerne la sécurité routière, *Gaudry* constate que la disponibilité de la ceinture a augmenté le nombre d'accidents, la morbidité et la mortalité de ceux-ci. C'est en conjuguant, les effets directs et indirects, qu'il arrive à cette conclusion. Ainsi, sous l'hypothèse que conducteurs ceinturés conduisent plus vite, il conclue que ceux-ci ont un effet direct sur AC, GR et VI, mais aussi un effet indirect par l'augmentation de DR générée par la vitesse supplémentaire. Aussi, est-il surprenant de le voir soutenir, quelques lignes plus loin, que la loi sur le port de la ceinture de sécurité conjuguée à la réduction des limites de vitesses de 1976, a fait diminuer significativement Ac, GR et VI. Cette contradiction apparente peut être attribuée

à l'emploi de la disponibilité de la ceinture pour approximer son utilisation. Or même si la ceinture était disponible de 1961 à 1976, il n'est pas évident qu'elle a été utilisée de façon proportionnelle. D'ailleurs les taux de port estimés par Transport Canada de façon annuelle permettent d'en douter. En effet, selon cet organisme, le taux de port a varié de 39% à 66% de 1979 à 1982.

Au cours de cette première partie de la revue de la littérature, nous avons mis en évidence les différences qui caractérisent les deux approches en matière d'évaluation de la réglementation de la sécurité routière. On peut tirer de cette revue deux conclusions principales: premièrement, il semble que l'efficacité de la réglementation pour les occupants fasse le consensus auprès des divers intervenants. Deuxièmement, il ressort que la très grande majorité des auteurs considérés n'ont trouvé aucune trace de *"substitution pour le risque"*. Cependant, ces auteurs ne rejettent pas cette hypothèse du point de vue théorique.

Les analyses que nous avons considérées jusqu'ici utilisent pour la plupart des séries chronologiques pour tester l'hypothèse de *"substitution pour le risque"*. Du point de vue macroéconomique, on ne peut donc que rejeter cette hypothèse. Au cours de la seconde partie de cette revue, nous considérerons les études qui traitent du problème avec une optique microéconomique.

1.3 REVUE DE LA LITTERATURE SUR LA REGLEMENTATION DE LA SECURITE ROUTIERE: UNE PERSPECTIVE MICROECONOMIQUE

L'évaluation de la réglementation de la sécurité routière dans une perspective macroéconomique ne permet pas, de façon claire et précise, de trancher le noeud gordien que représente l'hypothèse de substitution pour le risque. La perspective microéconomique s'avère une solution toute naturelle à ce problème. Certains auteurs se sont penchés récemment sur la question et ce sont leurs conclusions qui font l'objet de cette seconde partie de la revue.

Evans et Wasielewki (1985) entreprennent de tester l'assertion selon laquelle les conducteurs de petites voitures prennent moins de risque lorsqu'ils conduisent leur véhicule. Pour ce faire, ils utilisent des données d'études précédentes [7] qui leur permettent d'isoler l'effet du poids d'un véhicule automobile sur le port de la ceinture, la vitesse de conduite et la distance entre ce véhicule et celui qui le précède. En effet, s'il est observé que les conducteurs prenant place dans une petite voiture portent plus souvent la ceinture, roulent moins vite ou suivent à plus grande distance le véhicule qui les précèdent, que les conducteurs conduisant des véhicules plus lourds, alors les auteurs concluront qu'il y a effectivement *"substitution pour le risque"*. Ils débutent leur analyse empirique en regressant le poids du véhicule sur chacune des trois variables énumérées ci-haut. De ces régressions univariées, il est impossible de déceler toute trace de *"substitution pour le risque"*. Sous l'hypothèse que les jeunes conducteurs possèdent des

voitures plus légères, les auteurs procèdent à l'élaboration de régressions dans lesquelles ne figurent que des individus du même groupe d'âge (3 groupes). Les résultats obtenus sont, cette fois, beaucoup plus probants. Pour toutes les variables considérées, *Evans et Wasielewski* ne peuvent rejeter l'hypothèse de *"substitution pour le risque"*. Cependant, ceux-ci font remarquer, lors de l'examen de la régression avec la variable de port de la ceinture, que l'omission des disparités géographiques dans l'analyse peut biaiser les résultats. C'est ainsi qu'ils effectuent une autre régression où les disparités régionales sont contrôlées. Cette modification change les résultats au point où ils ne peuvent que rejeter l'hypothèse de *"substitution pour le risque"*. A notre avis, le problème occasionné par l'omission des disparités régionales affecte aussi les deux autres régressions. En effet, il n'est pas évident que les habitudes de conduite des individus qui régissent, par exemple, la distance entre deux véhicules qui se suivent soient homogènes d'une région à l'autre. Une étude contrôlant ces problèmes engendrerait des résultats beaucoup plus décisifs.

Dans une autre étude, *Lund et Zador (1984)* tentent de voir si le comportement des conducteurs terreneuviens a changé après l'instauration du port obligatoire de la ceinture de sécurité en 1982. Si cela s'avérait être le cas, l'hypothèse de *"substitution pour le risque"* serait confirmée: à l'aide d'un sondage auprès des conducteurs et des autorités policières, les auteurs ont classé les infractions routières par ordre de gravité. Ils ont retenu les quatre plus importantes:

- vitesse excessive
- "brûler" un feu rouge
- distance entre les véhicules
- virage à gauche dangereux

Ils ont quantifié les comportements des conducteurs terreneuviens en terme de ces variables, deux à trois semaines avant la réglementation et quatre à cinq semaines après celle-ci. Les résultats de leur étude infirment la possibilité de l'existence de *"substitution pour le risque"*. En effet, en considérant comme groupe de contrôle[8] les conducteurs de la Nouvelle-Ecosse (qui ne sont pas soumis à une réglementation de ce type), les auteurs trouvent que les conducteurs terreneuviens roulent à une vitesse comparable ou moindre à leurs pairs de la Nouvelle-Ecosse. De plus, en ce qui concerne la seconde infraction, les conducteurs terreneuviens ne brûlaient pas plus de feux rouges que les conducteurs de la Nouvelle-Ecosse après la réglementation. Pour les deux variables restantes, la distance entre les véhicules et les virages à gauche dangereux, on ne trouve, dans la période post-réglementaire, aucune différence significative entre les deux groupes de conducteurs. *Lund et Zador* concluent donc que l'on ne peut que rejeter l'hypothèse de *"substitution pour le risque"*.

Bragg et Finn (1985) ont tenté d'expliquer l'influence du port de la ceinture sur la perception du risque d'accident des conducteurs. Selon ces derniers, s'il est trouvé que le port de la ceinture diminue la perception du risque des individus, alors on pourra inférer qu'il existe une certaine *"substitution pour le risque"*. Leur étude se démarque des deux précédentes dans la mesure où *Bragg et Finn* ont utilisé des techniques

de laboratoire pour tester leur hypothèse alors que les autres ont utilisé des enquêtes ponctuelles. A l'aide d'une cinquantaine de volontaires divisés en deux groupes d'âge de 18 à 24 ans et de 38 à 50 ans, ils montrent, après une série de tests, que le port de la ceinture n'a aucun effet sur la probabilité subjective d'accident des conducteurs appartenant au groupe des 38-50 ans. Cependant, leurs résultats montrent aussi que les individus du groupe de 18-24 ans abaissent leur probabilité subjective s'ils ne portent pas la ceinture. Cette étude indique donc que le port de la ceinture non seulement n'engendre pas de *"substitution pour le risque"*, mais qu'il provoque même l'effet contraire chez les jeunes, c'est-à-dire que le fait de boucler la ceinture les sensibilise plus aux risques rattachés à la conduite automobile.

Enfin, dans un autre ordre d'idée, *Laberge,Nadeau et al. (1986)* ont étudié l'efficacité de la ceinture au Québec. Pour mener à bien leur recherche, ils ont construit une banque de données contenant toute l'information des dossiers de la RAAQ sur les accidents où au moins un accidenté a fait une réclamation entre le 1er mars 1978 et le 31 décembre 1981. A l'aide d'un indice d'efficacité,

$$\text{Indice d'efficacité} = \left[\frac{\text{Parmi les ceinturés, proportion des individus ayant un type de blessure X}}{\text{Parmi les non ceinturés, proportion des individus ayant un type de blessure X.}} \right] - 1 \quad \times 100$$

et d'analyse de tableaux de fréquences, ils obtiennent les résultats suivants: premièrement, la répartition des blessures entre les ceinturés et les non ceinturés est désavantageuse pour ces derniers. Deuxièmement,

le port de la ceinture de sécurité permet le glissement de la gravité des blessures à des niveaux moins élevés. Troisièmement, le port de la ceinture est plus efficace dans un véhicule léger que dans un véhicule lourd. Une foule d'autres conclusions sur la vitesse, les accidents n'impliquant qu'un seul véhicule, entre autres, leur permettent d'accorder un jugement très favorable dans l'évaluation de l'efficacité de la ceinture.

En ce qui concerne cette étude, deux remarques s'imposent. Tout d'abord, *Laberge, Nadeau et al. (1986)* utilisent un échantillon qualitativement presque identique à celui que nous utiliserons. Il n'est donc pas étonnant que les conclusions de cette étude rejoignent les nôtres comme nous le verrons plus loin. Deuxièmement, leur méthode d'analyse est, pour le moins, différente dans la mesure où on ne s'attarde qu'aux corrélations simples entre deux événements. On y analyse donc la corrélation entre la gravité des accidents et le port de la ceinture. Cette façon de procéder est intéressante pour dégager des lignes directrices de recherche générales, mais ne permet pas, à notre avis, de conclure de façon catégorique sur l'efficacité de celle-ci. Dans les chapitres suivants, nous proposons une solution à ce problème, en retenant des méthodes d'estimation multivariées et non linéaires.

Au cours des deux premières sections, nous avons examiné les approches macroéconomique et microéconomique de l'évaluation de la réglementation de la sécurité routière et, en particulier, le bien-fondé de l'hypothèse de *"substitution pour le risque"*. Aucune des études considérées, à l'exception de deux [9], n'a trouvé trace de ce phénomène. L'analyse de cette littérature nous porte donc à croire que la redistribution

du risque des occupants d'une automobile vers les non-occupants soit statistiquement négligeable. C'est l'hypothèse que nous retiendrons pour le reste de ce travail. Il n'y aura donc pas d'externalités rattachées à la réglementation des normes de construction des véhicules automobiles en matière de sécurité routière, pas plus qu'il n'y en aura qui seront rattachée à la réglementation du port de la ceinture de sécurité.

Dans la section suivante de cette revue de la littérature, nous nous attarderons aux analyses bénéfices-coûts entourant la réglementation du port de la ceinture.

1.4 L'EVALUATION DE LA REGLEMENTATION DU PORT DE LA CEINTURE : LA CEINTURE AUTOMATIQUE

Dans une étude récente, *Arnould et Grabowski (1981)* analysent l'impact d'une législation qui obligerait les manufacturiers automobiles à installer sur leurs nouveaux modèles des modes de sécurité automatiques, tels que la ceinture automatique et le coussin gonflable. Ils considèrent, en premier lieu, les deux modes instaurés indépendamment et, par la suite, l'impact de ceux-ci s'ils sont implantés conjointement. Ils font, tout d'abord, une revue de la littérature portant sur le sujet pour ensuite en dégager les cas polaires. C'est ainsi qu'ils retiennent comme borne inférieure, en ce qui concerne l'efficacité de ces modes, l'évaluation de *Huelke et O'Day (1979)* et comme borne supérieure, les estimations du *NHTSA*[2] de 1977. Pour les coûts du système, ils retiennent comme borne inférieure, les estimations du NHTSA[2] de 1977 et comme borne supérieure celles de General Motors et Ford de 1975. Se basant sur les évaluations de *Thaler et Rosen (1975)* et *Bailey (1980)*, ils monnayent la valeur de la vie à 300,000$ U.S./1975. Ils peuvent, à partir de ces données, compiler les résultats de leur analyse. Ils obtiennent des ratios bénéfices-coûts, quelque soit l'hypothèse retenue, toujours supérieurs à 2,2 pour la ceinture de sécurité automatique. Pour le coussin gonflable, l'interprétation des résultats est mitigée. En effet, s'ils effectuent leur analyse avec les estimations de coûts du NHTSA, le ratio bénéfices-coûts est toujours supérieur à 1,37; s'ils l'effectuent avec l'estimation des coûts de l'industrie automobile, tous les ratios sont inférieurs à 1. D'où leurs conclusions à l'effet que seule la ceinture de sécurité automatique est, hors de tout doute, efficace.

On peut remarquer principalement deux choses dans cette étude. Premièrement, en supposant comme le souligne *Bloomquist (1984)*, que la distribution des accidents de 1975 reste la même avant et après la réglementation hypothétique de la ceinture de sécurité automatique et du coussin gonflable, ils présument que le phénomène de *"substitution pour le risque"* n'existe pas. Cette hypothèse qui est sous-jacente aux estimations précédentes, peut être source d'un biais plus ou moins important vers le haut. L'importance de ce biais, à la lumière de ce qui ressort de la revue de la section précédente, devrait être négligeable. Deuxièmement, comme l'évaluation de *Huelke et O'Day (1979)* a été faite à partir de données ne considérant que les accidents ruraux qui sont généralement plus graves que ceux en milieu urbain, les résultats pourraient être biaisés vers le bas. Puisque la majorité des études ne nous permet pas de croire qu'il y a effectivement *"substitution pour le risque"*, nous pouvons en déduire que les estimations d'*Arnould et Grabowski (1981)* seront biaisées à la baisse dépendamment de l'importance relative du biais introduit par *Huelke et O'Day (1979)*.

Graham et Henrion (1984), à l'instar d'*Arnould et Grabowski (1981)*, s'interrogent sur le caractère socialement optimal des différents modes de sécurité. Pour ce faire, ils ont consulté 8 experts pour évaluer l'efficacité et le taux d'utilisation de la ceinture automatique, du coussin gonflable et du port obligatoire de la ceinture. De ces estimations, ils ont déduit une mesure d'efficacité moyenne et un taux d'utilisation moyen dont ils se serviront pour le reste de l'étude.

Estimation Modes	Taux d'utilisation	Efficacité[10]
Ceinture automatique	40 - 50%	45 - 75%
Coussin gonflable	100%	35 - 40%
Port obligatoire de la ceinture	35 - 50%	45 - 75%

A l'aide de ces intervalles, d'intervalles de coûts d'installation[11] des systèmes et, enfin, d'intervalles de valeurs de vie[12], ils entreprennent une analyse bénéfices-coûts. Leurs conclusions révèlent que la ceinture automatique et le coussin gonflable sont rentables socialement si l'on assigne à la vie une valeur supérieur à 1,000,000$ (de 1984). Ces résultats rejoignent donc ceux d'*Arnould et Grabowski (1981)*.

Dans une autre étude, *Winston et Mannering (1984)* ont analysé ce problème de façon originale. En utilisant un modèle de choix discret du type LOGIT Multinomial et des données de 1980, ils arrivent à déterminer quelle sera la probabilité qu'un ménage choisisse un certain type de voiture étant donné ses attributs sécuritaires. En incorporant dans leur modèle la probabilité (rattachée à chaque type de véhicule) que les réclamations pour dommages corporels excèdant 1 000$ lors d'un accident et, aussi,l'espérance mathématique (rattachée à chaque type de voiture) des

coûts matériels, ils peuvent calculer l'évaluation marginale des bénéfices découlant des attributs sécuritaires de la voiture. Ils montrent, selon leur échantillon, que le ménage moyen évalue à 245$ la baisse de 1% de la probabilité que les dommages corporels excèdent 1 000$ lors d'un accident. A l'aide de cette évaluation, ils peuvent selon différentes hypothèses sur le taux de port de la ceinture de sécurité[13] et différentes estimations des coûts d'implantation[14], effectuer une analyse bénéfices-coûts de certains modes de sécurité. Pour ce qui nous intéresse, ils ont trouvé que, quelque soit le schéma d'hypothèses considéré, le coussin d'air et la ceinture de sécurité automatique se sont avérés très efficaces.[15]

En guise de conclusion à cette section, soulignons que toutes les analyses bénéfices-coûts considérées montrent, pour la plupart, de façon très nette, que la réglementation des normes de construction en matière des modes de sécurité automatiques est la seule politique viable qui permette la réalisation d'un optimum social (probablement de second rang) en terme de port de la ceinture de sécurité.

CHAPITRE II

CADRE THEORIQUE

CHAPITRE II. CADRE THEORIQUE

Au cours de cette section, nous tenterons de modéliser le comportement de l'individu face au port de la ceinture et à la réglementation y afférent. Pour ce faire, nous retenons des hypothèses de travail qui ont été substantifiées au cours des sections 1.2 à 1.4.

Nous considérerons, tout d'abord, le cas où il n'existe qu'un seul type d'individu dans la société et, par la suite, le cas où il en existe plusieurs.

2.1 LE MODELE AVEC HOMOGENEITE DES INDIVIDUS

Considérons une économie de n agent identiques où nous savons que, pour chacun d'eux, la probabilité d'être impliqué dans un accident n'est fonction que des activités d'autoprotection qu'ils entreprennent. Ces activités ne sont généralement pas homogènes d'un individu à l'autre et peuvent être influencées par l'action gouvernementale.

Le gouvernement doit intervenir lorsque les individus n'internalisent pas, dans leur choix d'activités d'autoprotection, les externalités qu'ils génèrent. Nous ferons l'hypothèse qu'il y a présence d'externalités qu'ils génèrent. Nous ferons l'hypothèse qu'il y a présence d'externalités non-internalisées, mais que le gouvernement, à l'aide d'un régime d'assurance-automobile public avec des contrats d'assurance à plusieurs périodes (voir *Boyer et Dionne, 1985)*, corrige cette situation. Les agents agiront donc de façon pareto-efficace quant à leur choix d'activités d'autoprotection.

De plus, dans cette économie, la probabilité de subir une blessure grave ou mortelle, étant donné qu'un accident s'est produit, est fonction du niveau d'activités d'auto-assurance. Ces activités ne sont pas génératrices d'externalités et peuvent être influencées par l'action gouvernementale. Leur détermination est fonction de la perception subjective de chaque individu de ce qu'est la probabilité d'être impliqué dans un accident et du niveau d'efficacité des activités d'auto-assurance dans la réduction de la gravité des accidents. Or, il appert, premièrement,

que la perception subjective de la probabilité d'accident est dans la plupart des cas biaisée à la baisse. *Kunreuther et al. (1978)* et *Arrow (1983)* ont étudié à fond ce problème. Nous ne nous attarderons donc pas indéfiniment sur cette question. Deuxièmement, le niveau d'activités d'auto-assurance est fonction de la perception subjective de chaque individu de l'efficacité de celles-ci. Examinons, tout d'abord, cette seconde hypothèse.

Soit:

x	:	niveau d'auto-assurance de l'individu
$P(x)$	:	probabilité objective de subir une blessure grave ou mortelle, étant donné qu'un accident s'est produit. Cette probabilité est fonction de x
$\hat{P}(x)$	:	probabilité subjective de subir une blessure grave ou mortelle
π	:	probabilité d'être impliqué dans un accident
ρ_1	:	perte monétaire associée à une blessure grave ou mortelle
ρ_2	:	perte monétaire associée à une blessure mineure
$C(x)$	:	coûts en terme monétaire rattachés aux activités d'auto-assurance
S	:	richesse initiale de l'individu
$R(\gamma)$	:	coûts monétaires rattachés au régime d'assurance public et à la stratégie gouvernementale en ce qui a trait au niveau d'autoassurance à atteindre.

Notons, ici, que la définition ρ_1 et ρ_2 est arbitraire. Comme nous le verrons dans le Chapitre 4, ρ_1 et ρ_2 seront d'ailleurs, respectivement, définis comme la perte monétaire associée à une blessure grave, mortelle ou mineure et une perte nulle.

Nous définirons comme notion d'efficacité des activités d'auto-assurance, l'effet marginal de celles-ci sur la probabilité de subir une blessure grave ou mortelle, étant donné qu'un accident s'est produit.

Ainsi, nous ferons les hypothèses suivantes:

(H1) $P_x = \frac{\partial P(x)}{\partial x} < 0$ $\qquad C_x = \frac{\partial P(x)}{\partial x} > 0$

$\hat{P}_x = \frac{\partial \hat{P}(x)}{\partial x} < 0$ $\qquad C_{xx} > 0$

$\hat{P}_{xx} > 0$ $\qquad P(o) = \hat{P}(o)$

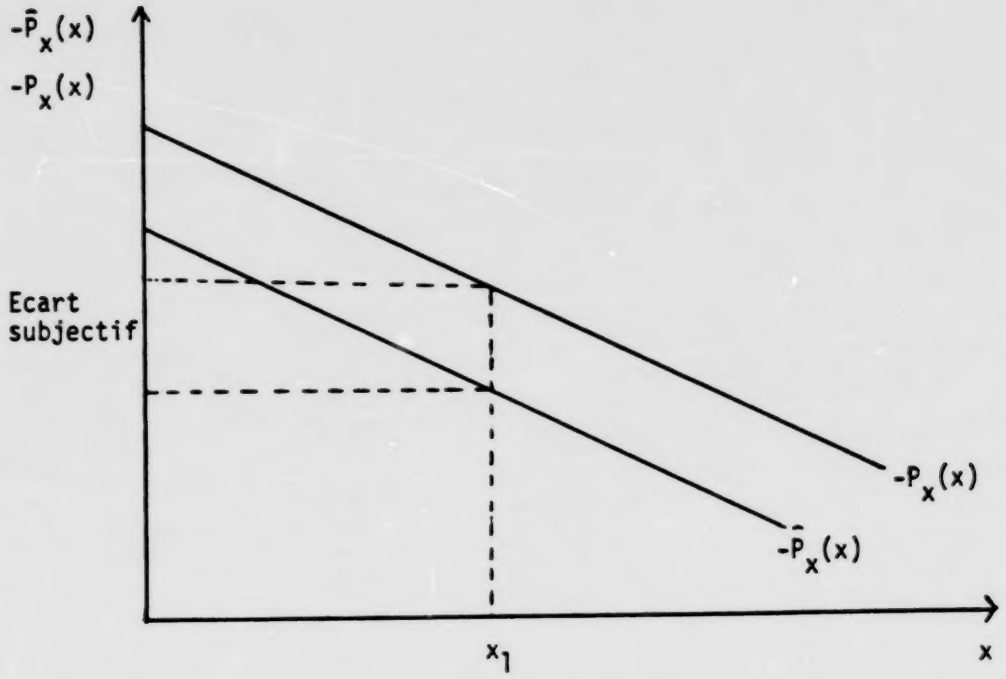
$P_{xx} > 0$

Lemme 1 : Si $\hat{P}_x(x) > P_x(x) \forall x$ alors $\hat{P}(x) > P(x)$ $\forall x > o$

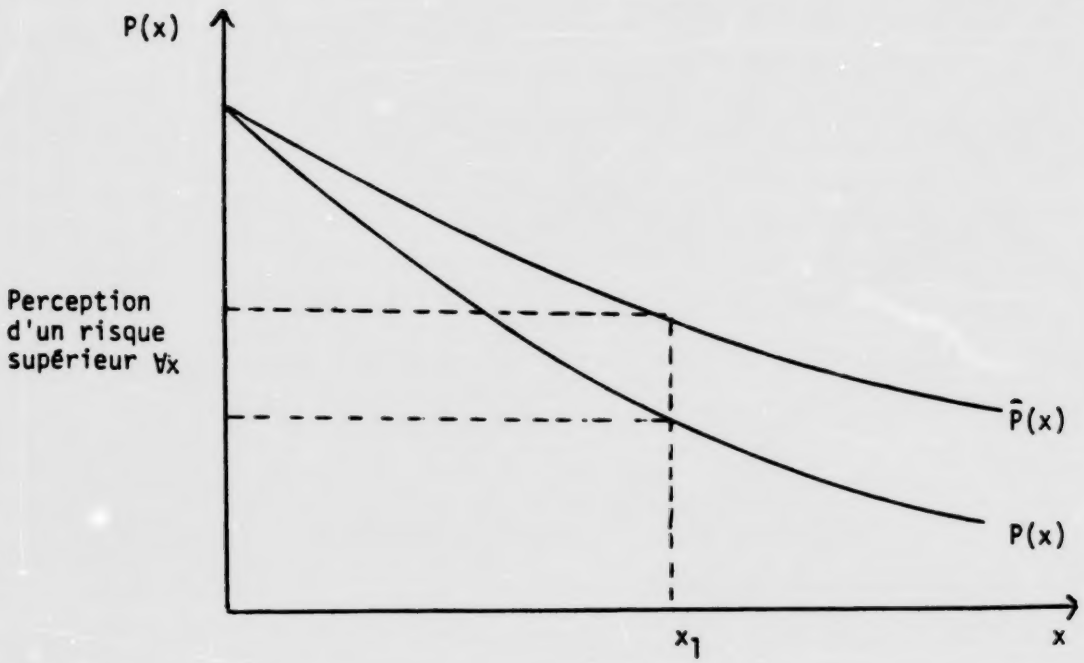
<u>Preuve</u> : comme, par (H1), $\hat{P}_x < 0$ et $P_x < 0$ et $\hat{P}(o) = P(o)$, alors nécessairement $\hat{P}(x) > P(x)$, $\forall x > 0$

Par le lemme 1, nous venons de montrer que si la perception de l'efficacité est biaisée à la baisse, $\hat{P}_x(x) > P_x(x)$ (c'est-à-dire que pour chaque niveau d'auto-assurance la probabilité marginale de subir une blessure grave ou mortelle est inférieure à la probabilité marginale subjective) l'individu se croit donc exposé, pour chaque niveau d'auto-assurance, à un risque supérieur à ce qu'il est vraiment. Les Graphiques 2.1 et 2.2 montrent ces résultats.

GRAPHIQUE 2.1



GRAPHIQUE 2.2



Dans cette section, nous supposerons, de plus, que le gouvernement fixe de façon exogène une couverture d'assurance, q, telle que:

(H2) $\quad q = \alpha\rho \qquad$ où $\quad \rho \in \{\rho_1, \rho_2\}$

et $\quad 0 \leq \alpha \leq 1$

Le degré de couverture optimal, α , est toujours inférieur à l'unité, car nous sommes en présence de risque moral. *(Boyer et Dionne, 1984, 1983).*

Le choix rationel individuel du niveau d'auto-assurance est donné par la solution du problème suivant:

$$\underset{x}{\text{Max}}\ Z = EU = (1-\pi)\,(s-R(\gamma)) + \pi\,\{\hat{P}(x)U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) + (1-\hat{P}(x))$$

$$U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\} - C(x)$$

où $\quad$ (H3) $\quad U' > 0$

$\qquad\qquad\qquad\quad U'' < 0$

Dérivons les conditions de premier ordre:

$$(1) \qquad \pi\hat{P}_x(x^*)\left[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s - \rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right] - C_x(x^*) = 0$$

où x^* est la solution de (1)

Vérifions si nous avons bien un maximum : la condition de deuxième ordre est égale à:

$$\pi\hat{P}_{xx}(x^*)\left[U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma))-U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right]-C_{xx}(x^*)$$

Cette relation est négative car:

$\hat{P}_{xx}(x^*) > 0$ par (H1)

$U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma))-U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma)) < 0$ par (H3)

$C_{xx}(x^*) > 0$ par (H1)

$\pi > 0$

Ouvrons, ici, une parenthèse en ce qui concerne le biais de la probabilité subjective d'accident. Nous avons vu que *Kunreuther et al (1978)* ont démontré empiriquement que ce biais était à la baisse. Or, nous pouvons nous interroger quant à l'effet de ce biais sur x. Considérons l'équation (1) et posons comme hypothèse que $\hat{\pi} < \pi$. Nous avons donc:

(1) $$\pi\hat{P}_x(x^*)\left[U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma))-U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right]-C_x(x^*)=0$$

et

(1') $$\hat{\pi}\hat{P}_x(x_A)\left[U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma))-U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right]-C_x(x_A)=0$$

où x_A est la solution de (1')

Lemme 2 : Si $\hat{\pi} < \pi$, alors $x_A < x^*$

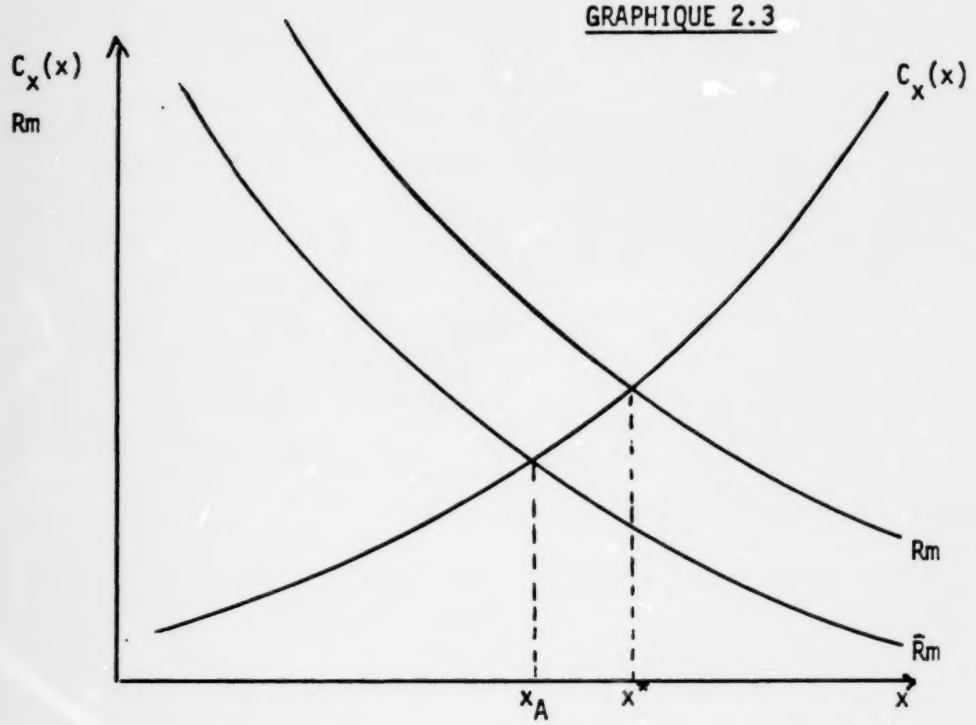
Preuve : comme $\pi\hat{P}_x(x)\left[U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma))-U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right] >$

$$\hat{\pi}\hat{P}_x(x)\left[U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma))-U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right], \forall$$

alors par (H1) et (H3), $x_A < x^*$.

Le Graphique 2.3 montre bien ce résultat .

GRAPHIQUE 2.3



où $Rm = \pi \hat{P}_x(x) \left[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right]$

$\hat{Rm} = \tilde{\pi} \hat{P}_x(x) \left[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right]$

Comme nous l'avons déjà souligné, nous ne nous attarderons pas sur cette hypothèse. Revenons donc au second scénario.

Lemme 3:

Comme les individus sous-estiment l'efficacité de leur activités d'autoassurance, $\hat{P}_x(x) > P_x(x)$, alors le niveau, x^*, choisi rationnellement, devient inefficace et donc inférieur à $\tilde{x}$, le niveau pareto-optimal.

Preuve: On veut savoir si $x^* < \tilde{x}$ sachant que

$$\tilde{P}_x(x) > P_x(x).$$

Soit, tout d'abord, $\tilde{x}$ tel que

$$(2) \qquad \pi P_x(\tilde{x}) \left[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right] - C_x(\tilde{x}) = 0$$

évaluons (2) au niveau $x = x^*$

$$(3) \qquad \pi P_x(x^*) \left[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right] - C_x(x^*) \gtrless 0$$

Comme par hypothèse, les individus sous-estiment l'efficacité de x, $\tilde{P}_x(x) > P_x(x)$, $\forall x > 0$

alors (3) > (1) et, donc, (3) > 0.

En montrant que (3) est supérieur à 0, on montre que:

$$\pi P_x(x^*) \left[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right] > C_x(x^*)$$

Or, étant donné (H1) et (H3), il est impliqué que:

$$x^* < \tilde{x}.$$

Supposons que le gouvernement veuille intervenir de manière à ce que $x = \tilde{x}$, il peut le faire en instaurant un système de pénalités en autant qu'il puisse observer les activités d'autoassurance. Faisons l'hypothèse qu'il ne peut observer qu'imparfaitement ces activités et que chaque agent a une probabilité, γ, de subir une amende, t, si $x < \tilde{x}$ (où $\tilde{x}$ est le niveau d'autoassurance que fixe le gouvernement).

Le problème du consommateur devient:

$$\underset{x}{\text{Max}}\ Z = \begin{cases} \left[(1-\pi)U(s-R(\gamma)) + \pi\left[\hat{P}(x)U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma)) + (1-\hat{P}(x))U(s-\rho_2+\alpha\rho_2 - R(\gamma))\right] - C(x)\right] & \text{si } x \geq \bar{x} \\ (1-\pi)\left[\gamma U(s-t-R(\gamma)) + (1-\gamma)U(s-R(\gamma))\right] + \pi\left[\hat{P}(x)\left[\gamma U(s-\rho_1+\alpha\rho_1 - t-R(\gamma)) + (1-\gamma)U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma)\right] + (1-\hat{P}(x))\left[\gamma U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma) - t) + (1-\gamma)U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right]\right] - C(x) & \text{si } x < \bar{x} \end{cases}$$

Pour trouver la solution qui maximise Z, il nous faut trouver le maximum sur chacun des domaines et, ensuite, prendre le plus élevé des deux (voir *Boyer et Dionne (1985) pour une méthodologie similaire)*. Des conditions de premier ordre, nous avons,

$$\pi\left[\hat{P}_x(x^{**})\left[U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma)) - U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right]\right] - C_x(x^{**}) + \lambda_1 = 0$$

$$\pi\left[\hat{P}_x(x^{**})\left[\gamma U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma)-t) + (1-\gamma)U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma)) - \gamma U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2-R(\gamma)-t) - (1-\gamma)U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right]\right] - C_x(x^{**}) - \lambda_2 = 0$$

où λ_1 et λ_2 sont les multiplicateurs de Lagrange (non négatifs) respectivement associés aux contraintes $x \geq \bar{x}$ et $x < \bar{x}$.

Soit x^{**} la solution de ce problème et soit

$$Rm_0 = \pi P_x(x)\left[U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma)) - U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right] > 0$$

$$Rm_1 = \pi\hat{P}_x(x)\left[U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma)) - U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right] > 0$$

$$Rm_2 = \pi\hat{P}_x(x)\Big[\gamma U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma) - t) + (1-\gamma)U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) -$$

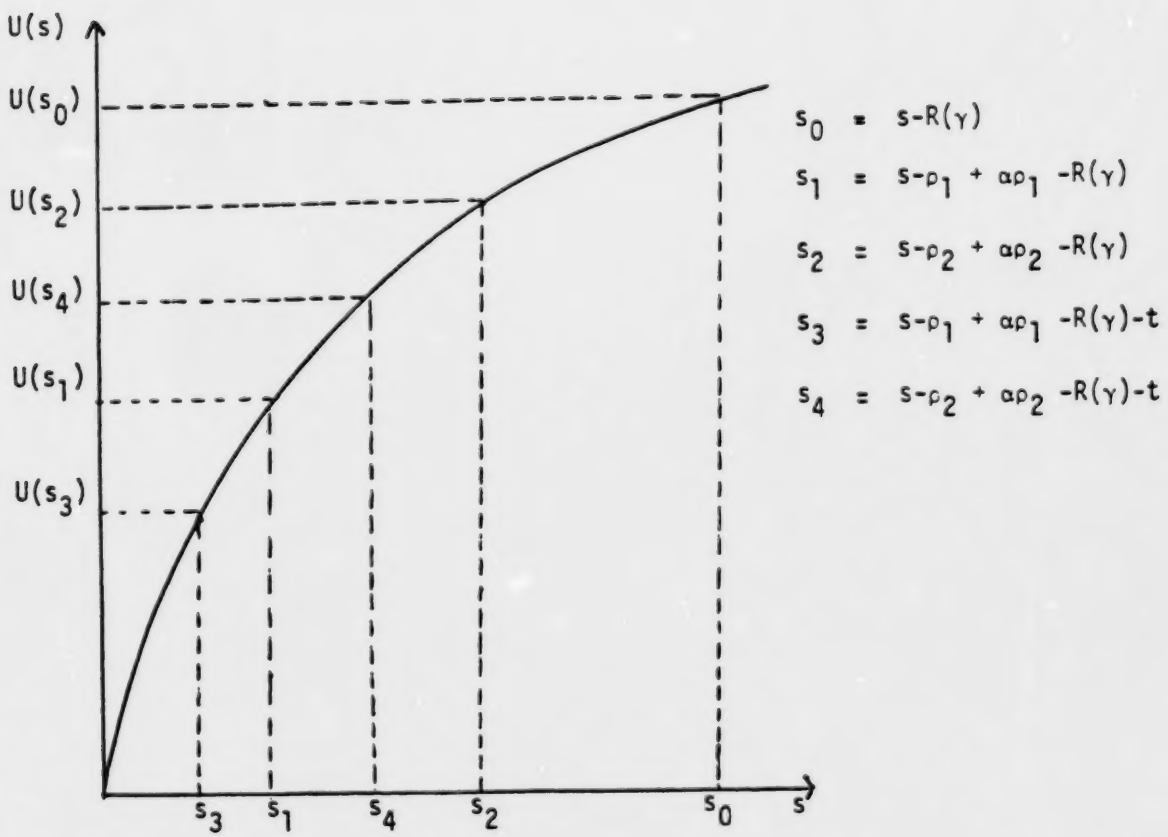
$$\gamma U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma) - t) - (1-\gamma)U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\Big] > 0$$

$$Rm_3 = Rm_1 \quad \text{si} \quad x > \bar{x}$$

$$Rm_2 \quad \text{si} \quad x < \bar{x}$$

Comme $\hat{P}_x(x) > P_x(x)$ alors $Rm_0 > Rm_1$. De plus, si les agents sont riscophobes, si $\gamma = 1$ et si $\hat{P}_x(x) - P_x(x) > U(s_1) - U(s_2) - U(s_3) + U(s_4)$ alors $Rm_2 > Rm_0$.

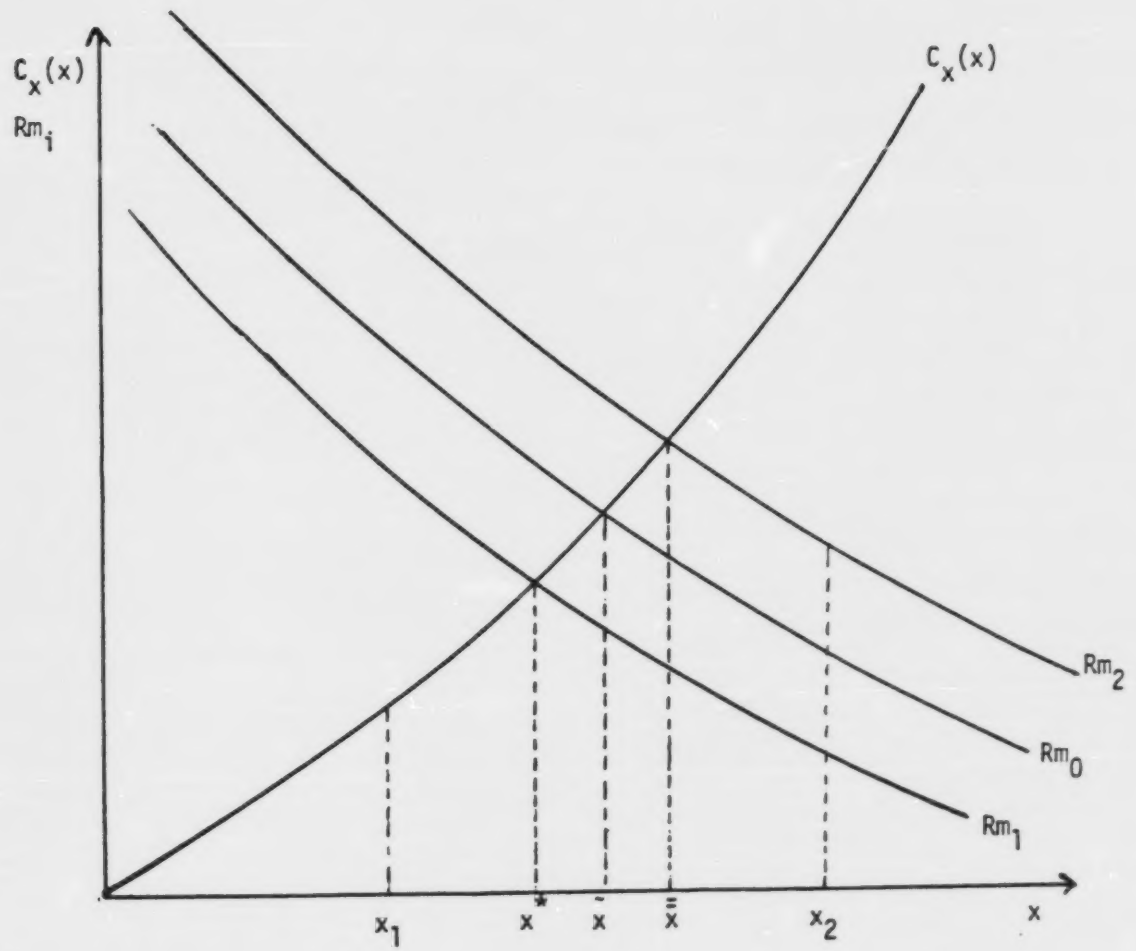
GRAPHIQUE 2.4



Plus γ tend vers 0 plus il est possible que $Rm_2 < Rm_o$ (que Rm_2 tende vers Rm_1). Nous nous ne préoccuperons pas de ce cas, car nous ferons l'hypothèse que le gouvernement peut toujours fixer γ et t de façon à ce que $Rm_2 > Rm_o$.

Graphiquement, nous avons,

GRAPHIQUE 2.5



Faisons l'hypothèse que le gouvernement dispose d'une information assez complète et qu'il connaît exactement le niveau d'autoassurance optimal, $\tilde{x}$; alors, il égalisera $\bar{x}$ à $\tilde{x}$. On voit, dans le graphique précédent, que chaque individu adoptera un niveau d'autoassurance optimal. L'action gouvernementale a alors été totalement efficace.

Supposons maintenant que le gouvernement fixe $\bar{x}$ à un niveau inférieur à x^* tel que x_1. Nous pouvons deviner que ce genre de politique est totalement inutile puisque, rationnellement, chaque agent, dans l'économie, choisit un niveau supérieur à x, soit x^*.

Faisons maintenant l'hypothèse inverse, c'est-à-dire que le gouvernement fixe $\bar{x}$ à x_2. Encore une fois, ce genre de politique n'atteint pas ses objectifs. Etant donné l'analyse précédente, chaque agent adoptera un niveau d'autoassurance égal à $\bar{\bar{x}}$ puisqu'à x_2, le coût marginal est trop élevé.

Donc, en résumé,

si $\bar{x} < x^*$, alors $x^{**} = x^*$

si $x^* \leq \bar{x} \leq \bar{\bar{x}}$, alors $x^{**} = \bar{x}$

si $\bar{x} > \bar{\bar{x}}$, alors $x^{**} = \bar{\bar{x}}$

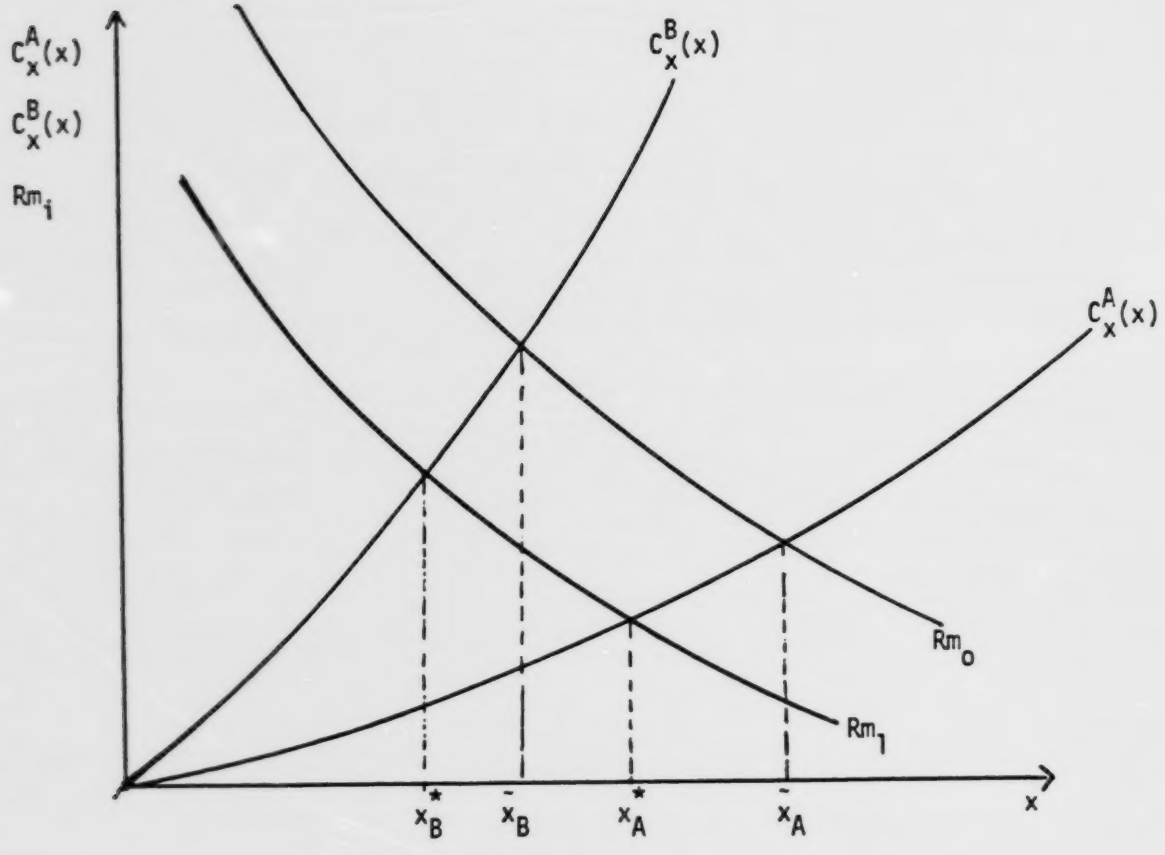
2.2 HETEROGENEITE DES INDIVIDUS

Nous avons vu, dans la section 2.1, comment atteindre un niveau optimal d'autoassurance si les agents considérés sont identiques. Ce genre d'hypothèse impliquait que chaque individu avait, a priori, un niveau d'autoassurance (choisi individuellement et rationnellement) qui était le même. Or, cette situation empêche presque toute adéquation entre la théorie et la réalité. Il faut donc généraliser un peu plus le modèle pour tenir compte du fait que les niveaux d'autoassurance choisis rationnellement sont généralement différents entre les individus. Nous ferons l'hypothèse qu'il existe deux types d'individus dans la société.

Une façon de caractériser le problème serait de supposer qu'il existe une proportion, B, d'agents qui ont un certain type de fonction d'utilité et une proportion, (1-B), qui en ont une autre. Une autre façon de caractériser le problème est de supposer l'existence de différentes fonctions de coûts pour des agents ayant des préférences identiques. Ainsi une proportion, B, d'agent auront une fonction de coût $C^A(x)$ et une proportion, (1-B), auront une fonction de coût $C^B(x)$. Nous adopterons cette dernière procédure parce qu'elle permet une simplification appréciable au niveau de la résolution du problème.

Graphiquement, nous avons,

GRAPHIQUE 2.6



On voit, tout de suite, que cette transformation complique le problème du gouvernement puisqu'il existe maintenant autant de niveaux d'autoassurance optimaux qu'il existe de fonctions de coût différentes. Nous ferons l'hypothèse que le gouvernement ne peut imposer des niveaux réglementés, $\bar{x}$, correspondant aux différents $\tilde{x}$, à cause des difficultés d'observation évidentes des fonctions de coûts individuelles. Il doit donc choisir une solution de second rang. Pour déterminer quelle sera cette solution, formalisons maintenant nos hypothèses.

Comme précédemment, déterminons, les différents niveaux d'auto-protection choisis rationnellement. Nous supposerons que $C^B(x) > C^A(x)$ et comme $C_x > 0$, $C_{xx} > 0$ et $C^A(0) = C^B(0) = 0$, que $C_x^A(x) < C_x^B(x)$.

Posons le problème sans intervention gouvernementale pour les Bn agents qui ont une fonction de coût de type A

$$\underset{x}{\text{Max}}\ Z = (1-\pi)U(s-R(\gamma)) + \pi\Big[\hat{P}(x)\ U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) + (1-\hat{P}(x))\ U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\Big] - C^A(x)$$

Pour les (1-B)n autres agents, nous avons,

$$\underset{x}{\text{Max}}\ Z = (1-\pi)U(s-R(\gamma)) + \pi\Big[\hat{P}(x)U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) + (1-\hat{P}(x))\ U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\Big] - C^B(x)$$

Les conditions de premier ordre sont

Pour les Bn agents

$$\pi\hat{P}_x(x_A^*)\Big[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\Big] - C^A(x_A^*) = 0$$

Pour les (1-B)n agents

$$\pi\hat{P}_x(x_B^*)\Big[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\Big] - C^B(x_B^*) = 0$$

Comme ces agents sous-estiment l'efficacité de la ceinture, les niveaux d'autoassurance, x_A^* et x_B^*, sont inférieurs aux niveaux optimaux, $\bar{x}_A$ et $\bar{x}_B$. Le gouvernement voudra alors intervenir de manière efficace, ou idéalement, de manière à obtenir un optimum de Pareto. Comme nous l'avons déjà souligné, l'existence de niveaux optimaux d'autoassurance différents complique la procédure d'intervention du gouvernement. Celui-ci peut circonvenir cette difficulté en fixant de façon exogène un niveau d'autoassurance, $\bar{x}$, qui n'engendrera pas un niveau pareto-optimal, mais un niveau pareto-supérieur au niveau précédent. Posons maintenant le problème pour les deux types d'individus. Leur niveau d'espérance d'utilité est:

$$Z^i = \begin{cases} (1-\pi)U(s-R(\gamma)) + \pi\left[\hat{P}(x)U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma)) + (1-\hat{P}(x))U(s-\rho_2 \right. \\ \left. + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right] - C^i(x) \qquad \text{si } x \geq \bar{x} \\ (1-\pi)\left[\gamma U(s-t-R(\gamma)) + (1-\gamma)U(s-R(\gamma))\right] + \pi\left[\hat{P}(x)\left[\gamma U(s-\rho_1+\alpha\rho_1 \right.\right. \\ -t-R(\gamma)) + (1-\gamma)U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma))\Big] + (1-\hat{P}(x))\left[\gamma U(s-\rho_2+ \\ \left.\left.\alpha\rho_2 - R(\gamma)-t) + (1-\gamma)U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right]\right] - C^i(x) \quad \text{si } x < \bar{x} \\ \text{où } i \in \{A,B\} \end{cases}$$

En maximisant Z^A et Z^B, on obtient les conditions de premier ordre suivantes:

$$\pi\left[\hat{P}_x(x_i^{**})\left[U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma)) - U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right]\right] - C_x^i(x_i^{**}) + \lambda^i{}_1 = 0$$

$$\pi\left[\hat{P}_x(x_i^{**})\left[\gamma U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma)-t) + (1-\gamma)U(s-\rho_1+\alpha\rho_1-R(\gamma))\right]\right. \\ \left. -\gamma U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma)-t) - (1-\gamma)U(s-\rho_2+\alpha\rho_2-R(\gamma))\right] - C_x^i(x_i^{**}) \\ -\lambda^i{}_2 = 0 \qquad \text{où } i \in \{A,B\}$$

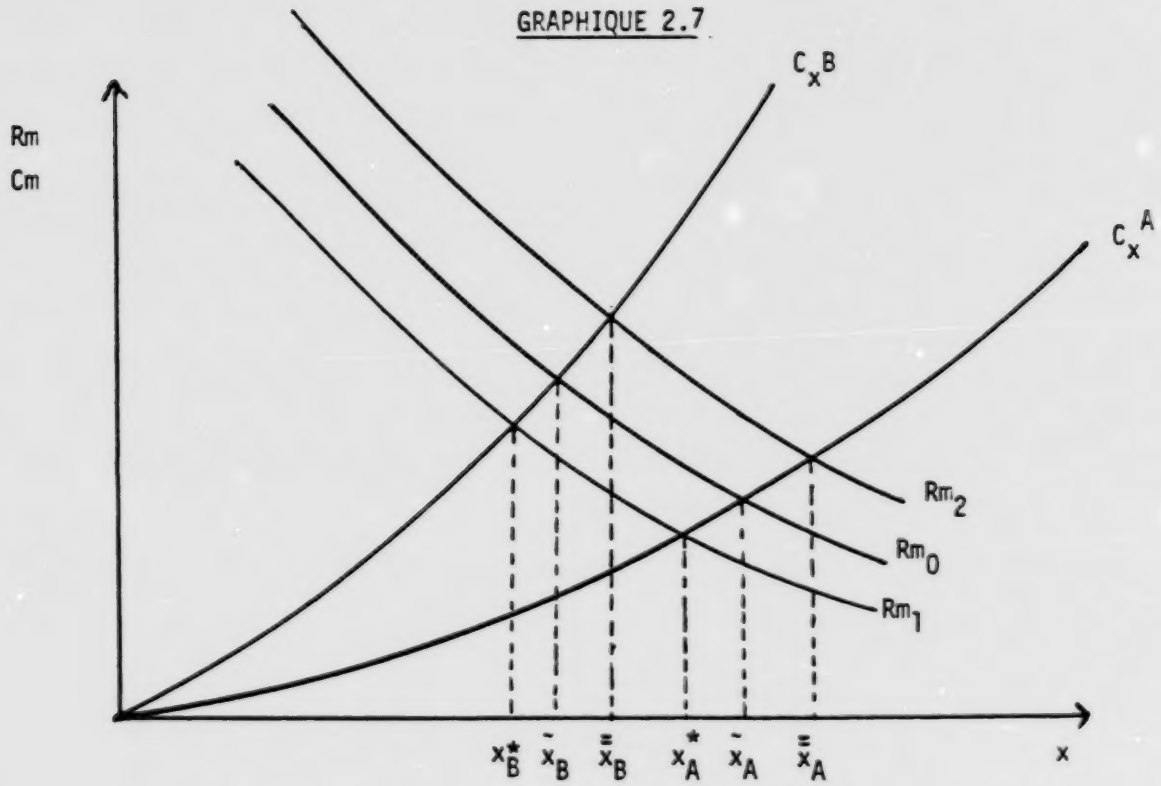
Soit x_i^{**} la solution de ce problème et soit $Rm_0 = \pi\left[P_x(x)\left[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right]\right]$

$$Rm_1 = \pi\left[\tilde{P}_x(x)\left[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right]\right]$$

$$Rm_2 = \pi\left[\tilde{P}_x(x)\left[\gamma U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma) - t) + (1-\gamma)U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - \gamma U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma) - t) - (1-\gamma)U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right]\right]$$

Comme nous l'avons vu dans la section précédente, $Rm_0 > Rm_1$, et, sous certaines hypothèses, $Rm_2 > Rm_0$. Alors graphiquement, nous pouvons obtenir:

GRAPHIQUE 2.7



Nous nous intéressons à dégager un niveau $\bar{x}$ qui engendre une solution pareto-supérieure à la solution $\{x^*_A , x^*_B\}$.

1^o Si $\bar{x} \leq x^*_B$

Cette solution est totalement inefficace dans la mesure où les deux types d'individus ne changeront pas leur comportement.

2^o Si $x^*_B < \bar{x} < \tilde{x}_B$

Toute solution dans cet intervalle est pareto-supérieure à la précédente. Cela est dû au fait que l'on augmente la production de x des individus de type B et par conséquent leur bien-être, sans diminuer pour autant le bien-être des individus de type A.

3^o Si $\bar{x} = \tilde{x}_B$

Cette solution est, dans notre problème, la solution *"optimale"*, car elle maximise le bien-être des individus de type B sans pour autant diminuer celui des individus de type A. Cette solution est alors pareto-supérieure aux précédentes.

4^o Si $\bar{x} > \tilde{x}_B$

Toute solution supérieure à $\tilde{x}_B$ n'est pas pareto-supérieure à la solution précédente puisqu'elle abaisse le bien-être des individus de type B.

Au cours des pages précédentes, nous avons considéré deux types particuliers d'individus. Ces deux types étaient sensiblement différents l'un de l'autre dans la mesure où $x^*_A > \bar{\bar{x}}_B$. Examinons le cas où les individus diffèrent de peu, c'est-à-dire:

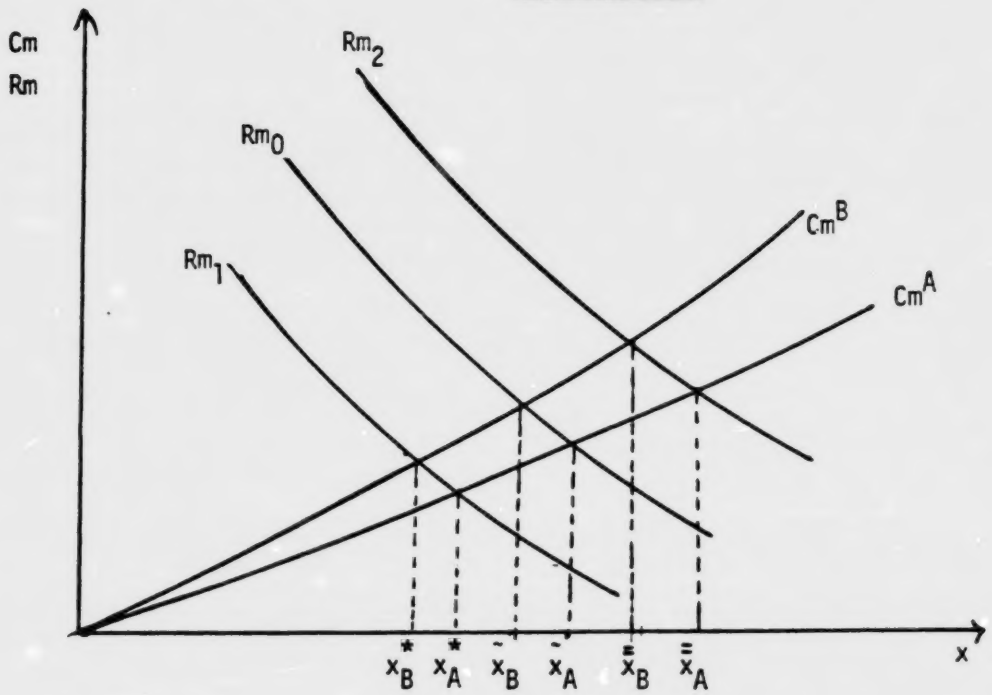
$$\overset{*}{x}_B < \overset{*}{x}_A < \tilde{x}_B$$

$$\tilde{x}_B < \tilde{x}_A < \overset{=}{x}_B$$

et $$\overset{=}{x}_A > \overset{=}{x}_B$$

Le graphique 2.8 expose cet état de chose:

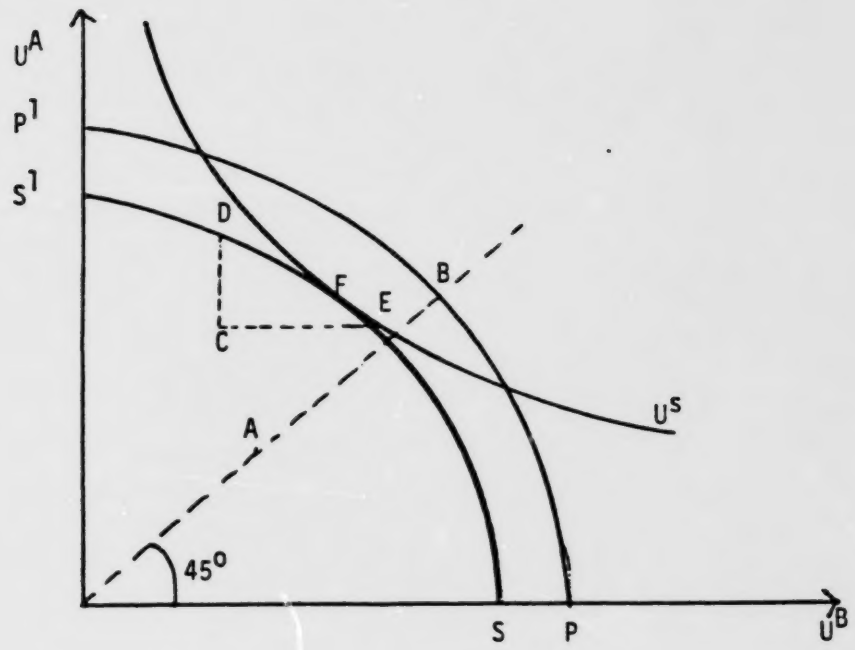
GRAPHIQUE 2.8



La solution pareto-supérieure n'est plus définie aussi clairement que dans le cas précédent. En effet, de par la configuration des courbes de coûts (i.e. les différences entre individus), nous n'avons plus un seul point pareto-supérieur, mais une infinité comprise entre $\tilde{x}_B$ et $\tilde{x}_A$, inclusivement.

Sur le graphique 2.9, nous pouvons résumer les résultats du modèle jusqu'à présent . Le point A représente la situation où nous avons n agents aux fonctions de coûts identiques. Le point B, sur la frontière des solutions de premier rang, représente l'optimum de Pareto, caractérisé dans la première section de ce chapitre. Le point C représente le cas où $x_A = x^*_A$ et $x_B = x^*_B$. (La situation initiale si les agents ont des fonctions de coût différentes). Le passage au point E représente la solution *"optimale "* dans le cas où $x^*_A > \bar{\bar{x}}_B$ (i.e., si les individus sont très différents) et $\bar{\bar{x}} = \tilde{x}^B_N$. Le spectrum de points entre D et E représente l'infinité de solutions *"optimales"* que nous venons de caractériser, i.e. $\tilde{x}_B < \bar{\bar{x}} < \tilde{x}_A$.

GRAPHIQUE 2.9



Le gouvernement, voulant choisir parmi ces solutions, pourra utiliser une fonction d'utilité sociale du type

$$W = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i B_m^i(x). \qquad \text{où } 0 < \lambda < 1$$

$$\text{où } B_m^i = \pi\left[\bar{P}_x(x_i^{**})\left[U(s-\rho_1 + \alpha\rho_1 - R(\gamma)) - U(s-\rho_2 + \alpha\rho_2 - R(\gamma))\right]\right] - C_x^i(x_i^{**})$$

En maximisant cette fonction sur la contrainte

$$x \in \left[\bar{x}_B, \bar{x}_A\right]$$

le gouvernement peut identifier un seul $\bar{x}$. Le problème, qui n'est pas particulier à cette situation, est la détermination des λ_i. Le gouvernement, en effectuant un choix social, détermine les λ_i.

Au cours de cette formalisation théorique, nous avons montré que des individus riscophobes identiques qui perçoivent de façon biaisée l'effet de leur niveau d'activités d'autoassurance sur leur probabilité de subir un accident grave ou mortel, auront un niveau d'autoassurance sous-optimal. Nous avons vu, de plus, que si le gouvernement dispose de l'information adéquate (parfaite) il peut,en réglementant le niveau de ces activités, permettre à ces individus d'accéder à une solution de premier rang.

Si nous avons maintenant des individus riscophobes non similaires de par leur fonction de coût différente, alors la solution de premier rang est hors de portée de toute intervention gouvernementale si les coûts ne sont pas observables. Nous avons vu aussi que plus ces différences sont importantes, plus $\bar{x}$ tend vers $\tilde{x}_B$, le niveau d'autoassurance des individus ayant les plus grands coûts. Si ces différences sont minimes, i.e., $\tilde{x}_B < \tilde{x}_A < \bar{\tilde{x}}_B$, alors une infinité de solutions pareto-supérieures existe. Le gouvernement pourra alors avoir recours à une fonction d'utilité sociale pour choisir la solution adéquate.

CHAPITRE 3

BANQUE DE DONNEES ET IDENTIFICATION DES VARIABLES

Avec le troisième chapitre, nous abordons le côté empirique de ce mémoire. Ce chapitre est divisé en trois parties:

Premièrement, nous identifions nos sources de données et commentons la manière de construire l'échantillon que nous avons retenu.

Deuxièmement, nous identifions et définissons les variables qui seront utilisées lors des estimations du chapitre suivant.

Enfin, dans la troisième partie de ce chapitre, nous examinons les caractéristiques générales de l'échantillon pour mieux le situer dans l'éventail des échantillons des études empiriques que nous avons considérées dans le chapitre premier.

3.1 DESCRIPTION DE LA BANQUE DE DONNEES

La banque de données utilisée dans cette étude provient des fichiers de la R.A.Q. suivants:

- *"Permis de conduire"*
- *"Rapports d'accident"*
- *"Points de démérite"*
- *"Révocation-Suspension"*
- *"Accidents passés"*

La méthode d'échantillonnage utilisée comporte plusieurs étapes. En premier lieu, à l'aide du fichier *"rapports d'accident"* qui comporte toutes les informations apparaissant sur un rapport d'accident, *Boyer-Dionne (1983) (1985)* ont construit un premier échantillon contenant tous les accidents du 1er août 1980 au 31 décembre 1983. Pour ce faire, ils ont choisi au hasard, un accident parmi les 35 premiers et ont continué à les sélectionner à tous les 35 cas; cette méthode leur offrait un échantillon statistiquement fiable. Ils ont donc retenu 21 719 rapports d'accident sur les 760 397 admissibles[16]. De ces 27 719 accidents, 5 457 sont survenus entre le 1er août 1982 et le 31 décembre 1983. Pour compléter l'information relativement sommaire des rapports d'accident en ce qui concerne les conducteurs impliqués, *Boyer-Dionne (1983) (1985)* ont recouru , à l'aide du numéro de permis de conduire, aux fichiers *"Permis de conduire"*, *"Points de démérite"*, *"Révocations-Suspensions"* et *"Accidents passés"* . Dans ces fichiers, nous retrouvons toutes les caractéristiques du conducteur, allant de la classe de permis de conduire au nombre d'accidents depuis

août 1980. Il y avait dans le fichier *"Permis de conduire"* 3 705 157 conducteurs qui détenaient un permis de conduire au Québec dont la date d'expiration était postérieure au 1er août 1980. Comme il se peut que plusieurs conducteurs soient impliqués dans un même accident, l'échantillon de départ de 21 719 accidents s'est donc gonflé à 31 559 conducteurs. Pour la période plus restreinte allant du 1er août 1982 au 31 décembre 1983, ce nombre passe à 7 837 observations. L'échantillon ainsi formé est l'échantillon de base qui sera appelé E2. Comme la période du 1er août 1982 au 31 décembre 1983 est la période de référence de notre étude, nous avons retenu, pour les 31 559 conducteurs échantillonnés, tous les accidents survenus au cours de cette période. On rajoute ainsi 5 481 observations aux 7 837 observations déjà échantillonnées, portant le total de celles-ci à 13 318. Après avoir éliminé de l'échantillon des observations où l'on retrouvait certaines variables manquantes[17], il nous restait 11 176 observations avec 288 variables différentes.

Pour les besoins de notre mémoire, c'est-à-dire évaluer la variation de la probabilité d'avoir un accident avec blessure grave ou mortelle, étant donné que l'on porte la ceinture ou non, il fallait nous assurer de la fiabilité de la variable *"port de la ceinture"*. Pour y parvenir, il nous aura fallu sacrifier le caractère aléatoire de l'échantillon. En effet, devant l'absence presque totale d'information sur le port de la ceinture dans les rapports d'accident lorsqu'un accident avec dommages matériels seulement apparaissait, nous avons été dans l'obligation d'éliminer tous les cas de cette catégorie.

Après cette purge, les observations restantes étaient au nombre de 1966. De ce groupe, il a fallu encore extraire 348 observations parce que la variable *"port de la ceinture"* était non précisée ou aberrante[18].

Comme nous l'avons expliqué dans la première partie de ce mémoire, la réglementation du port de la ceinture au Québec ne s'applique qu'à certains types de véhicules. C'est ainsi que nous avons encore retranché 358 observations, portant ainsi le total à 1 260.

Enfin, de cet échantillon, nous avons éliminé 49 observations manquantes au sujet de l'état du conducteur qui constitue notre variable endogène. L'échantillon final contient donc 1 211 accidents.

3.2 DESCRIPTION DES VARIABLES

Les variables qui seront utilisées dans les procédures d'estimation du Chapitre 4, sont, à l'exception de 2, des variables dichotomiques. L'utilisation de variables dichotomiques est rendu nécessaire par l'utilisation de variables qualitatives, par exemple le sexe et par le désir de cerner les effets de classe comme pour l'âge.

Les variables endogènes utilisées sont des variables qui contrôlent l'état du conducteur tel qu'il est rapporté sur le rapport d'accident. Ainsi nous avons:

ETACON : (0,1) 1 si le conducteur subit une blessure grave ou mortelle
0 sinon

ETACON1 : (0,1) 1 si le conducteur subit une blessure mineure, grave ou mortelle
0 sinon

ETACON2 : (0,1) 1 si le conducteur subit une blessure mineure ou grave
0 si le conducteur n'est pas blessé

Les variables exogènes se divisent en trois groupes, soit les variables d'état, les variables d'environnement et les variables de comportement. Dans la première catégorie, nous avons l'âge, le sexe et l'expérience. Définissons celles-ci:

A16	:	(0,1)	1 si l'âge du conducteur est moins de 16 ans; 0 sinon
A1619	:	(0,1)	1 si l'âge du conducteur est compris entre 16 et 19 ans inclusivement 0 sinon
A2024	:	(0,1)	1 si l'âge du conducteur est compris entre 20 et 24 ans inclusivement 0 sinon
A2534	:	(0,1)	1 si l'âge du conducteur est compris entre 25 et 34 ans inclusivement 0 sinon
A3544	:	(0,1)	1 si l'âge du conducteur est compris entre 35 et 44 ans inclusivement 0 sinon
A4554	:	(0,1)	1 si l'âge du conducteur est compris entre 45 et 54 ans inclusivement 0 sinon
A5564	:	(0,1)	1 si l'âge du conducteur est compris entre 55 et 64 ans inclusivement 0 sinon
A65	:	(0,1)	1 si le conducteur est âgé de 65 ans ou plus 0 sinon
SEXM	:	(0,1)	1 si le sexe du conducteur est masculin 0 sinon

SEXF	:	(0,1)	1 si le sexe du conducteur est féminin 0 sinon
EXPØ	:	(0,1)	1 si le conducteur n'a pas d'expérience de conduite (obtention du permis après le 31.07.82) 0 sinon
EXPM1	:	(0,1)	1 si le conducteur a moins d'un an d'expérience 0 sinon
EXP1	:	(0,1)	1 si le conducteur a un an d'expérience 0 sinon
EXP2	:	(0,1)	1 si le conducteur a 2 ans d'expérience 0 sinon
EXP35	:	(0,1)	1 si le conducteur a entre 3 et 5 ans d'expérience 0 sinon
EXP610	:	(0,1)	1 si le conducteur a entre 6 et 10 ans d'expérience 0 sinon
EXP11	:	(0,1)	1 si le conducteur a 11 ans et plus d'expérience 0 sinon

De ce premier groupe, nous avons dû extraire trois variables, soit SEXF, A1619 et EXP1 pour éviter les problèmes de multicolinéarité parfaite qui sont particuliers aux régressions effectuées à l'aide de variables binaires mutuellement exclusives.

Le groupe de variables d'environnement se compose de trois sous-groupes, soit le type d'impact que le véhicule du conducteur subit, la vitesse autorisée au moment de l'accident et, enfin, la région de résidence sous l'hypothèse que le conducteur circulait dans celle-ci. Elles sont:

A02VEH : (0,1) 1 si le véhicule impliqué dans l'accident entre en collision avec un autre véhicule automobile (Code 11) [19]

0 sinon

A02PIE : (0,1) 1 si le véhicule impliqué dans l'accident entre en collision avec un piéton (Code 13)[19]

0 sinon

A02OBJ : (0,1) 1 si le véhicule impliqué dans l'accident entre en collision avec un objet fixe (Code 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 59)[19]

0 sinon

A02SCO : (0,1) 1 si le véhicule impliqué dans l'accident ne fait collision (capotage, quitter la chaussée) (Code 61, 64)[19]

0 sinon

A02AUT : (0,1) 1 si le véhicule impliqué dans l'accident subit un genre d'accident autre (Code 13, 15, 29, 62, 63, 99)[19]

0 sinon

A1950	:	(0,1)	1 si la vitesse permise sur les lieux de l'accident est inférieure ou égale à 50 Km/h. 0 sinon
A19AUT	:	(0,1)	1 si la vitesse autorisée sur les lieux de l'accident est comprise entre 50 et 90 Km/h. exclusivement 0 sinon
A1990	:	(0,1)	1 si la vitesse autorisée sur les lieux de l'accident est supérieure ou égale à 90 Km/h.
REG1	:	(0,1)	1 si le conducteur vient du Bas St-Laurent/ Gaspésie 0 sinon
REG2	:	(0,1)	1 si le conducteur vient du Saguenay 0 sinon
REG3	:	(0,1)	1 si le conducteur vient de Québec 0 sinon
REG4	:	(0,1)	1 si le conducteur vient de Trois-Rivières 0 sinon
REG5	:	(0,1)	1 si le conducteur vient de l'Estrie 0 sinon
REG6	:	(0,1)	1 si le conducteur vient de Montréal 0 sinon

REG7	:	(0,1)	1 si le conducteur vient des Laurentides 0 sinon
REG8	:	(0,1)	1 si le conducteur vient de la région de Montréal 0 sinon
REG9	:	(0,1)	1 si le conducteur vient de l'Outaouais 0 sinon
REG10	:	(0,1)	1 si le conducteur vient de l'Abitibi-Témiscamingue 0 sinon
REG11	:	(0,1)	1 si le conducteur vient de la Côte-Nord ou du Nouveau-Québec 0 sinon

Pour les mêmes raisons économiques que pour le premier groupe de variables, nous devons omettre les variables A02VEH, A1950 et REG6.

Enfin, le dernier groupe de variables explicatives se compose lui aussi de trois sous-groupes, soit le port de la ceinture, le type de voiture du conducteur et, les deux seules variables continues du modèle, le nombre révocations-suspensions du permis et le nombre d'accidents dans lesquels le conducteur concerné a été impliqué.

AUCEINT : (0,1) 1 si le conducteur de l'automobile[20] ne porte pas la ceinture au moment de l'accident
0 sinon

A2478 : (0,1) 1 si l'année du véhicule du conducteur impliqué dans l'accident est inférieur ou égale à 1978
0 sinon

A2479 : (0,1) 1 si l'année du véhicule du conducteur impliqué dans l'accident est comprise entre 1979 et 1981 inclusivement
0 sinon

A2482 : (0,1) 1 si l'année du véhicule est supérieure ou égale à 1982
0 sinon

Y05B : (0,99) 1 nombre de révocations-suspensions de permis de conduire en vigueur en période 2, dues à des infractions au Code criminel

Z011 : (0,99) nombre d'accidents total en période 1 et en période 2.

Pour ce dernier groupe, une seule variable sera omise lors des régressions du chapitre suivant, soit A2478. Le caractère continu des autres variables ne pose pas de problème quant à l'existence possible de multicollinéarité parfaite.

3.3 CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'ECHANTILLON

Les tableaux qui suivent se veulent une représentation des caractéristiques de l'échantillon. Ceux-ci sont nécessaires dans la mesure où ils permettent une meilleure appréciation des résultats qui vont suivre dans le Chapitre 4. Ces tableaux, à l'exception des tableaux 3.7 à 3.9, mettent en relation certaines variables explicatives avec la variable endogène ETACON. Les tableaux afférents aux variables endogènes ETACON1 et ETACON2 ne sont pas présentés parce que ceux-ci ne diffèrent pas énormément des tableaux 3.1 à 3.6.

Dans chaque tableau, nous avons trois chiffres par case si nous excluons les cases *"total"*. Le premier chiffre de chaque case est le nombre d'individus ayant les caractéristiques exprimées dans le tableau. Ainsi, au tableau 3.1, 230 femmes qui conduisent leur véhicule, n'ont pas subi de blessures ou ont subi des blessures mineures lors de l'accident répertorié. Les deuxième et troisième chiffres représentent les pourcentages d'individus ayant, respectivement, les caractéristiques de la ligne et les caractéristiques de la colonne. Ainsi, 86% des individus impliqués dans un accident où ils ont subi des blessures graves et mortelles sont des hommes. De plus, 3,4% des femmes qui ont été impliquées dans un accident de la route ont subi des blessures graves et mortelles. Enfin, dans les lignes et colonnes *"total"*, nous avons, premièrement, le nombre absolu d'individus pour ensuite avoir le pourcentage de ceux-ci par rapport à l'échantillon total.

TABLEAU 3.1

L'ETAT DU CONDUCTEUR SELON LE SEXE

Sexe / ETACON	Femme	Homme	TOTAL
Indemne et blessure mineure	230 19.9 96.6	924 80.1 95.0	1154 95.3
Blessure grave et mortelle	8 14.0 3.4	49 86.0 5.0	57 4.7
TOTAL	238 19.7	973 80.3	1211 100.0

Au tableau 3.1, on constate, tout d'abord, que le pourcentage de femmes dans notre échantillon est peu élevé. Cela est probablement dû à l'exposition au risque beaucoup moins importante des femmes par rapport aux hommes. D'autre part, il semble que les femmes impliquées dans des accidents, soient beaucoup moins portées à subir des blessures graves ou mortelles que les hommes. En effet, ce risque, en ce qui concerne les femmes, est, approximativement de 35% moins élevé que celui des hommes.

TABLEAU 3.2

ETAT DU CONDUCTEUR SELON L'AGE

ETACON	16 ans et moins	16-19 ans	20-24 ans	25-34 ans	35-44 ans	45-54 ans	55-64 ans	65 ans et plus	TOTAL
Idemne et blessure mineure	0 0 0	124 10.7 92.5	251 21.8 93.0	330 28.6 97.1	187 16.2 95.4	146 12.7 97.3	73 6.3 94.8	43 3.7 97.7	1154 95.3
Blessure grave et mortelle	0 0 0	10 17.5 7.5	19 33.3 7.0	10 17.5 2.9	9 15.8 4.6	4 7.0 2.7	4 7.0 5.2	1 1.8 2.3	57 4.7
TOTAL	0 0	124 11.0	270 22.3	380 28.1	196 16.2	150 12.4	77 6.4	44 3.6	1211 100.0

En consultant le tableau 3.2, on constate que la proportion des accidentés est beaucoup plus forte chez les jeunes. En effet, 61,5% des individus de notre échantillon ont moins de 35 ans. Alors que la distribution de l'âge semble être centrée autour des 25-34 ans, 33% des individus ayant subi des blessures graves ou mortelles, ont entre 20 et 24 ans.

TABLEAU 3.3

ETAT DU CONDUCTEUR SELON L'EXPERIENCE

Expérience / ETACON	0	moins d'un an	1 an	2 ans	3 à 5 ans	6 à 10 ans	11 ans et plus	TOTAL
Indemne et blessure mineure	18 1.6 85.7	48 4.2 98.0	59 5.1 92.2	77 6.7 92.8	205 17.8 94.0	277 24.0 97.2	470 40.7 95.7	1154 95.3
Blessure grave et mortelle	3 5.3 14.3	1 1.8 2.0	5 8.8 7.8	6 10.5 7.2	13 22.8 6.0	8 14.0 2.8	21 36.8 4.3	57 4.7
TOTAL	21 1.7	49 4.0	65 5.3	83 6.9	218 18.0	285 23.5	491 40.5	1121 100.0

Examinant le tableau 3.3, le dernier du groupe des variables d'état,on s'aperçoit, en premier lieu, que 82% des accidentés ont plus de 3 ans d'expérience. Cet état de chose est dû à la nature même de notre échantillon qui est une coupe instantanée dans le temps. Aussi, remarquons que l'expérience de conduite ne semble pas avoir d'effet sur la gravité des blessures. En effet, dans la distribution des accidents impliquant une blessure grave ou mortelle selon l'expérience, il y a trois *"bosses"*; premièrement, nous avons une première *"bosse"* chez les *"sans expérience"* avec 14,3% des individus de cette catégorie ayant subi des blessures graves ou mortelles; deuxièmement, les individus ayant une à deux années d'expérience sont aussi portés à subir ce type de blessures(7%). Enfin, les conducteurs les plus expérimentés du groupe, ont plus de risque de subir ce type de blessures que les individus ayant 6 à 10 ans d'expérience. D'où les trois *"bosses"*.

TABLEAU 3.4

ETAT DU CONDUCTEUR SELON LE TYPE D'IMPACT

ETACON \ A02	Piétons (A02PIE)	Autres (A02AUT)	Véhicule (A02VEH)	Objet Fixe (A020BJ)	Non-motorisé (A02NMO)	Sans collision (A02SCO)	TOTAL
Indemne et blessure mineure	89 7.7 98.9	28 2.4 93.3	793 68.7 97.4	129 11.2 85.4	68 59 100.0	47 4.1 81.0	1154 95.3
Blessure grave et mortelle	1 1.8 1.1	2 3.5 6.7	21 36.8 2.6	129 38.6 14.6	0 0 0	11 19.3 19.0	57 4.7
TOTAL	90 7.4	30 2.5	814 67.2	151 12.5	68 5.6	58 4.8	1121 100.0

Le tableau 3.4 est le premier tableau rapportant les caractéristiques du groupe de variables d'environnement. Faisons ressortir, tout d'abord, que plus de 67% des accidents considérés dans notre échantillon impliquent deux véhicules. Cependant, il semble que ces accidents ne soient pas généralement trop graves si on les compare avec des accidents où il n'y a pas eu de collision. En effet, 19% des individus ayant été impliqués dans un accident sans collision ont subi des blessures graves ou mortelles comparativement à 2.6% pour ceux qui ont été impliqués dans une collision entre deux véhicules.

TABLEAU 3.6

ETAT DU CONDUCTEUR PAR L'ANNEE DU VEHICULE

Année / ETACON	1978 et avant	1979 - 1981	1982 et après	TOTAL
Indemne et blessure mineure	572 49.6 94.4	426 36.9 96.2	156 13.5 96.3	1154 95.3
Blessure grave et mortelle	34 59.6 5.6	17 29.8 3.8	6 10.5 3.7	57 4.7
TOTAL	606 50.0	443 36.6	162 13.4	1211 100.0

Considérons maintenant le tableau 3.6 On remarque, d'une part, que 50% du parc automobile a été construit avant 1979. Encore une fois, cela est dû au caractère ponctuel de l'échantillon. D'autre part, retenons aussi que la gravité des accidents semble décroître avec l'année du véhicule, Cela nous laisse croire que les véhicules plus récents sont plus sécuritaires. C'est une hypothèse que nous tenterons de substantifier à l'aide de l'analyse multivariée.

TABLEAU 3.5

ETAT DU CONDUCTEUR SELON LA REGION DE RESIDENCE

Région / ETACON	Bas St-Laurent et Gaspésie	Saguenay Lac St-Jean	Québec	Trois-Rivières	Estrie	Archipel de Montréal
Indemne et blessure mineure	27 2.3 84.4	28 2.4 96.6	136 11.8 93.8	78 6.8 96.3	30 2.6 93.8	181 15.7 94.3
Blessure grave et mortelle	5 8.8 15.6	1 1.8 3.4	9 15.8 6.2	3 5.3 3.7	2 3.5 6.3	11 19.3 5.7
TOTAL	32 2.6	29 2.4	145 12.0	81 6.7	32 2.6	192 15.9

Région / ETACON	Laurentides	Montérégie	Outaouais	Abitibi-Témiscamingue	Côte-Nord Nouveau-Québec	TOTAL
Indemne et blessure mineure	116 10.1 96.7	181 15.7 94.3	36 3.1 92.3	17 1.5 94.4	10 .9 100.0	1154 95.3
Blessure grave et mortelle	4 7.0 3.3	11 19.3 5.7	3 5.3 7.7	1 1.8 5.6	0 0 0	57 4.7
TOTAL	120 9.9	192 15.9	39 3.2	18 1.5	10 .8	1211 100.0

Au tableau 3.5, un phénomène doit être isolé. Tout d'abord, plus de 40% des individus de notre échantillon viennent de milieu urbain (Québec, Trois-Rivières, Archipel de Montréal). Ils représentent, cependant, tout au plus 25% des conducteurs ayant subi des blessures graves ou mortelles. Ainsi, sous l'hypothèse que les conducteurs ont leurs accidents dans leur région de résidence, la gravité des accidents semble être moins importante en milieu urbain.

TABLEAU 3.7

ETAT DU CONDUCTEUR S'IL PORTE LA CEINTURE OU NON
(ETACON)

ETACON \ Port	Port	Ne porte pas	TOTAL
Idemne et blessure mineure	978 84.7 96.6	176 15.3 88.4	1154 95.3
Blessure grave et mortelle	34 59.6 3.4	23 40.4 11.6	57 4.7
TOTAL	1012 83.6	199 16.4	1211 100.0

TABLEAU 3.8

ETAT DU CONDUCTEUR S'IL PORTE LA CEINTURE OU NON
(ETACON1)

ETACON1 \ Port	Port	Ne porte pas	TOTAL
Indemne et blessure mineure	602 87.9 59.5	83 12.1 41.7	685 56.6
Blessure grave et mortelle	410 77.9 40.5	116 22.1 58.3	526 43.4
TOTAL	1012 83.6	199 16.4	1211 100.0

TABLEAU 3.9

ETAT DU CONDUCTEUR S'IL PORTE LA CEINTURE OU NON
(ETACON2)

ETACON2 \ Port	Port	Ne porte pas	TOTAL
Indemne et blessure mineure	602 87.9 59.9	83 12.1 43.0	685 57.2
Blessure grave et mortelle	403 78.6 40.1	110 21.4 57.0	513 42.8
TOTAL	1005 83.9	193 16.1	1198 100.0

Avec les tableaux 3.7 à 3.9, nous contrôlons les caractéristiques de l'échantillon en ce qui a trait à la variable-clé de notre mémoire, le port de la ceinture. Nous avons, ici, fait apparaître explicitement les trois variables endogènes. Le commentaire qui suit porte donc sur les trois tableaux simultanément.

Relevons, en premier lieu, que le taux de port est approximativement de l'ordre de 84%. Ce pourcentage est élevé compte tenu des estimations de la R.A.A.Q. (1982) (1983) et de Transport Canada (1985) qui sont de l'ordre de 60%. Comme nous le verrons plus loin dans le Chapitre 5, l'on peut assez aisément circonvenir à ce problème. Mentionnons aussi que la gravité des accidents est approximativement 70% moins élevée si l'on porte la ceinture et si l'on retient comme notion de gravité les blessures graves et mortelles. Pour d'autres ratios de gravité, comme en témoigne les tableaux 3.8 et 3.9, l'impact de la ceinture sur la gravité des accidents est beaucoup moins prononcé.

CHAPITRE 4

ANALYSE EMPIRIQUE

Pour estimer la probabilité que le conducteur d'un véhicule subisse, lors d'un accident, des blessures graves ou mortelles (ETACON), mineures, graves ou mortelles (ETACON 1), graves ou mineures (ETACON 2), nous avons utilisé trois spécifications différentes et la méthode d'estimation PROBIT. Le choix de cette méthode est rendu nécessaire parce que les résultats d'une méthode d'estimation linéaire ne sont pas valables de par le caractère dichotomique de la variable dépendante. Cet état de chose nous incite à opter pour la méthode non linéaire PROBIT et ce, pour plusieurs raisons (GOURIEROUX (1984) pp. 11-13) tant intuitives que mathématiques. Nous avons utilisé trois spécifications différentes pour mettre en évidence les interrelations pouvant exister entre certaines variables, entre autres, les variables de région et de vitesses permises.

Mais, tout d'abord, postulons les signes et degrés de signification attendus de nos variables.

4.1 SIGNE ET DEGRE DE SIGNIFICATION ATTENDUS DES VARIABLES

Variable endogène : ETACON

Variables exogènes :

AUCEINT : Comme la plupart des études[21] que nous avons répertoriées au cours de la revue de la littérature ont montré que le fait de porter la ceinture diminue généralement la gravité des blessures du conducteur d'automobile impliqué dans un accident, nous attendons à ce que le signe du coefficient de cette variable soit positif.

A2479
A2482 : Comme les voitures plus récentes sont généralement plus sécuritaires au niveau de l'habitacle que les anciennes voitures (moins d'objets contondants sur le tableau de bord, rétractabilité de la colonne de direction, etc...), nous nous attendrons, conformément à plusieurs études[22], à ce que le coefficient de cette variable soit négatif puisque A2478 est dans la constante. Cependant, comme les voitures plus récentes sont généralement plus légères que les anciennes, certaines études[23] ont montré que la gravité des accidents était une fonction négative de la masse du véhicule occupé. Ainsi, le signe définitif des coefficients de ces variables demeure ambigü.

A02PIE : Comme l'on peut s'attendre à ce que la gravité des blessures du conducteur impliqué dans une collision avec un piéton soit moins importante que celle

découlant d'une collision avec un autre véhicule (A02VEH est dans la constante), nous nous attendrons alors à ce que le signe du coefficient soit négatif.

A020BJ : Si nous posons comme hypothèse que ce genre de collision se produit plus souvent à haute vitesse, nous pouvons supposer que la gravité des blessures subies par le conducteur sera plus importante que dans les cas d'une collision avec d'autres véhicules. Nous nous attendrons, alors, à ce que le coefficient de cette variable soit positif.

A02SCO : Comme ce genre d'accident exige une perte de contrôle totale de la maîtrise du véhicule, nous pouvons supposer que le véhicule concerné roulait à une vitesse relativement élevée lors de l'accident occasionnant par le fait même, des blessures généralement plus élevées qu'une collision impliquant deux véhicules qui peuvent circuler à 50 Km/h. Nous pouvons donc nous attendre à ce que le coefficient de cette variable soit positif.

A02AUT : Devant l'hétérogénéité des types de collision répertoriés dans cette catégorie, il nous est impossible de prédire le signe du coefficient de cette variable.

A19AUT :
A1990 : Si nous posons comme hypothèse que la gravité des blessures subies par le conducteur est une fonction croissante de la vitesse à laquelle roulait le véhicule concerné au moment de l'accident, nous nous attendrons à ce que les coefficients de ces variables soient positifs.

A2024 : Si nous supposons que les individus appartenant à ce groupe n'ont pas un comportement différent de ceux appartenant au groupe des 16-19 ans, nous nous attendrons à ce que le coefficient de cette variable ne soit pas significativement différent de 0.

A2534
A3544
A4554
A5564
A65 : Si nous posons comme hypothèse que les individus plus âgés sont généralement moins enclins à dépasser la limite de vitesse pour chaque niveau de vitesse permis, nous pouvons supposer que la gravité des blessures du conducteur lors d'un accident sera moindre que dans le cas où un individu de 16-19 ans est derrière le volant. Nous nous attendrons donc à ce que les coefficients de ces variables soient négatifs.

SEXM : Selon les études statistiques de la RAAQ et de Garber (1983), les hommes, généralement les jeunes, sont habituellement impliqués plus souvent dans des accidents graves que les femmes. Mais comme nous contrôlons l'âge, le degré de signification et le signe de ce coefficient demeurent ambigüs.

EXPO
EXPMI : Si nous posons comme hypothèse,la gravité des blessures subies par le conducteur est une fonction décroissante de l'expérience de conduite, c'est-à-dire que le fait d'être plus expérimenté sur la route, permet au conducteur moyen d'éviter les accidents plus graves. Nous nous attendrons alors à ce que les coefficents de ces variables soient positifs.

EXP2
EXP35
EXP610
EXP11 : Pour les mêmes raisons que pour les deux variables précédentes, nous nous attendrons à ce que les signes des coefficients de ces variables soient négatifs.

REG1
REG2
REG5
REG7
REG8
REG9
REG10
REG11 : Si l'on pose comme hypothèse que le conducteur impliqué dans un accident avec blessures graves ou mortelles, subit cet accident dans la région où il habite, alors les accidents sont ruraux. Comme les accidents ruraux sont généralement plus graves que les accidents urbains, à cause de la vitesse autorisée sur les routes rurales, nous nous attendrons à ce que les coefficients de ces variables soient positifs.

REG4
REG5 : Comme ces régions représentent en grande partie des centres urbains (Québec, Trois-Rivières) et que REG6 (Montréal) est la variable omise, nous nous attendrons à ce que ces coefficients ne soient pas significativement différents de 0.

Y05B
Z011 : Comme le modèle *Boyer-Dionne (1984) (1985)* montre que ces variables mesurent adéquatement le risque que représente un individu en terme de probabilité d'être impliqué dans un accident, on peut supposer qu'elles mesurent aussi adéquatement le risque d'être impliqué dans un accident où le conducteur subira des blessures graves ou mortelles. Nous nous attendrons alors à ce que des coefficients de ces variables soient positifs.

Variables endogènes: ETACON1
ETACON2[4]

Variables exogènes :

Tous les degrés de signification et signes attendus des variables devraient être les mêmes que pour les variables explicatives de ETACON. Cependant, l'inclusion des blessures mineures dans la variable dépendante devrait avoir des effets sur les coefficients des variables de vitesse et régions. Comme la plupart des routes rurales sont sujet à une vitesse maximale de 90 Km/h.,on devrait s'attendre à ce que la proportion d'accidents avec blessures mineures par rapport au nombre d'accidents au total, soit plus grande en milieu urbain. C'est ainsi que pour les variables REG1, REG2, REG5, REG7, REG8, REG9, REG10 et REG11, on devrait observer un changement de signe des coefficients de ces variables. De façon similaire, on devrait aussi observer une baisse du degré de signification des variables A1990 et A19AUT.

4.2 ANALYSE ET PORTEE DES RESULTATS

En considérant les tableaux 1 à 9, certaines remarques générales s'imposent. Tout d'abord, remarquons que toutes ces régressions sont significatives dans leur ensemble; la statistique calculée du quotient de vraisemblance (SCQV) est toujours plus grande que la statistique théorique (STQU). De plus, l'on remarque que la partie expliquée de la variance de la variable dépendante est généralement petite. Cela peut s'expliquer par le caractère désagrégé des variables explicatives. En effet, *Boyer-Dionne (1983) (1985)* ont montré que cela est une particularité des modèles PROBIT lorsque les variables explicatives binaires sont désagrégées en plusieurs classes. Une simple reclassification engendrant une spécification plus parcimonieuse permet une augmentation significative du R^2. Notons, aussi que pour les trois régressions dont les résultats apparaissent aux tableaux 7,8 et 9, le nombre d'observations diminuent de treize cas. Cela est dû à l'élimination des accidents mortels de l'échantillon qui est rendue nécessaire par la redéfinition de la variable dépendante pour ces régressions.

D'autre part, on remarque une certaine constance, dans les résultats des tableaux 1 à 9, en ce qui a trait à certains groupes de variables. Deux de ces groupes, soit ceux d'*"âge"* et de *"type d'impact"*, sont toujours du signe attendu et généralement leurs coefficients individuels sont significativement différents de 0.

Enfin, il semble que les variables de *"vitesses permises"* et de *"régions"* expliquent chacune une part différente de la variance de la variable dépendante. En effet, le retrait de l'un ou l'autre de ces groupes de variables de la régression diminue de façon significative la SCQV, sans pour autant hausser le degré de signification des coefficients du groupe restant. Ces variables apparaissent donc comme complémentaires.

1. VARIABLE DEPENDANTE : ETACON

En examinant les tableaux 1, 2 et 3, on remarque certaines similitudes. Tout d'abord, le groupe *"vitesse permise"* présente certaines caractéristiques particulières: premièrement, si l'on considère les tableaux 1 et 3, les variables A1990 A19AUT semblent importantes pour la signification de l'ensemble de la régression puisque la SCQV passe de 129,39 à 85.85. D'autre part, bien que non significatif, le coefficient de A19AUT n'est pas de signe attendu. Il semble que le passage de la limite de vitesse de 50 à 70 Km/h. n'affecte pas la probabilité de subir une blessure grave ou mortelle lors d'un accident, alors que le passage de 50 à 90-100 Km/h., lui, l'affecte beaucoup (t = 5,99).

Une autre caractéristique intéressante de cet ensemble de régression provient du groupe *"année du véhicule"*. En considérant le signe des coefficients estimés de ces variables, on ne peut retenir l'hypothèse à l'effet que la masse du véhicule occupé par le conducteur diminue la probabilité que celui-ci subisse une blessure grave ou mortelle, s'il y avait accident. Il semble plutôt que les apports technologiques des nouveaux véhicules (plus légers),

tel que système de freinage amélioré, colonne de direction rétractable, etc. soient les principaux facteurs réduisant cette probabilité. Ces résultats rejoignent donc ceux de *Robertson (1977-A) (1977-C), Lindgren et Stuart (1980), Joksch (1976-A) et Graham et Garber (1984).*

Bien que les signes des coefficients des variables d'*"expérience"* soient contre-intuitifs, leur degré de signification tend à confirmer l'hypothèse selon laquelle la probabilité de subir une blessure grave ou mortelle lors d'un accident n'est pas fonction du degré d'expérience du conducteur.

En ce qui concerne le groupe de variables *"régions"*, une seule de ces variables retient notre attention. En effet, les conducteurs provenant du Bas St-Laurent et de la Gaspésie (REG1) semblent être, conformément à nos attentes, impliqués plus souvent dans des accidents où ils subiront des blessures graves ou mortelles que les conducteurs vivant dans la région de Montréal (REG6 est la variable omise).

Enfin, le coefficient de la variable qui est le pivot de cette étude, est de signe attendu et significativement différent de 0. Le port de la ceinture (AUCEIN) est donc un facteur important dans la minimisation des blessures graves ou mortelles lors d'un accident de la route[25]. Ces résultats rejoignent ceux de *Garber (1984) et Arnould et Grabowski (1981)* et substantifie l'hypothèse de notre modèle théorique, à savoir,

$$P_x < 0$$

TABLEAU 1

VARIABLE DEPENDANTE : ETACON
N = 1211

PSEUDO R^2 = .1013 (R^2 = .3208 , R^2MAX = .3159)

STATISTIQUE DU QUOTIENT DE VRAISEMBLANCE = 129,39 > 53.7

VARIABLES	COEFFICIENTS		COEFFICIENTS TRANSFORMES	T-RATIO
A02PIE	-0,2216		-0,0071	-0,492
A02AUT	0,4080		0,0243	1,039
A020B5**	0,6404		0,0427	3,361
A02SC0**	0,6298		0,0425	2,420
A1990**	1.110		0,1043	5.99
A19AUT	-0,0482		-0,0018	-0,185
A2479	-0,1329		-0,0050	-0,772
A2482	-0,1566		-0,0054	-0,590
A2024	-0,0272		-0,0010	-0,0893
A2534	-0,3035		-0,0104	-0,8178
A3544	-0,1763		-0,0061	-0,4215
A4554	-0,5567		-0,0144	-1,1418
A5564	-0,1150		-0,0040	-0,2503
A65	-0,6138		-0,0135	-0,9703
SEXM	0,2517		0,0084	1,0609
EXP0	0,4004		0,0238	0,7851
EXPM1	-0,8929		-0,0158	-1,541
EXP2	0,1769		0,0082	0,473
EXP35	-0,1167		-0,0042	-0,3116
EXP10	-0,3484		-0,0114	-0,851
EXP11	0,1815		0,0074	0,4142
REG1**	0,7399		0,0609	2,0529
REG2	-0,5371		-0,0124	-0,882
REG3	-0,0485		-0,0018	-0,1887
REG4	0,0136		0,0005	0,4435
REG5	0,3183		0,0173	0,7590
REG7	-0,2422		-0,0077	-0,807
REG8	0,1794		0,0080	0,806
REG9	0,1482		0,0067	0,391
REG10	-0,2386		-0,0073	-0,357
REG11	-5,1117		-0,0173	-0,0034
		0-1:	0,0026	
Z011	0,0686	1-2:	0,0030	0,994
		2-6:	0,0176	
		0-1:	0,0044	
Y05B	0,1001	1-2:	0,0053	0,206
		2-4:	0,0143	
AUCEIN**	0,5976		0,0368	3,547
CSTE	-2,4075		-0,5843	-6,015

** = coefficient significativement différent de 0 pour α = 5%
* = coefficient significativement différent de 0 pour α = 10%

TALBEAU 2

VARIABLE DEPENDANTE : ETACON
N = 1211

PSEUDO R^2 = 0,0945 (R^2 = 0,2994 , R^2-MAX = 0,3159)

STATISTIQUE DU QUOTIENT DE VRAISEMBLANCE = 120,337 > 53,7

VARIABLES	COEFFICIENTS		COEFFICIENTS TRANSFORMES	T-RATIO
A02PLE	-0,2068		-0,0080	-0,4633
A02AUT	0,3907		0,0265	1,0012
A020BJ**	0,6674		0,0524	3,6335
A02SCO**	0,6304		0,0523	2,4740
A1190**	1,0601		0,1086	6,0163
A19AUT	0,0297		0,0014	0,1191
A2479	-0,1397		-0,0062	-0,8343
A2482	-0,1594		-0,0065	-0,6200
A2024	0,0078		0,0004	0,2623
A2534	-0,3357		-0,0135	-0,9362
A3544	-0,1944		-0,0079	-0,4781
A4554	-0,5853		0,0177	-1,2452
A5564	-0,1973		-0,0076	-0,4413
A65	-0,6155		-0,0162	-1,0005
SEXM	0,2416		0,0096	1,0233
EXP0	0,3354		0,0216	0,6778
EXPM1	-0,8259		-0,0184	-1,5092
EXP2	0,0575		0,0028	0,1579
EXP35	-0,1620		-0,0067	-0,4432
EXP610	-0,3186		-0,0125	-0,7790
EXP11	0,1790		0,0086	0,4169
		0-1:	0,0027	
Z011	0,0609	1-2:	0,0031	0,9041
		2-6:	0,0167	
		0-1:	0,0103	
Y05B	0,1847	1-2:	0,0145	0,4056
		2-4:	0,0463	
AUCEIN**	0,5764		0,0404	3,5289
CSTE	-2,3193		-0,2768	-6,3328

* = coefficient significativement différent de 0 pour α = 10%
** = coefficient significativement différent de 0 pour α = 5%

TABLEAU 3

VARIABLE DEPENDANTE : ETACON
N = 1211

PSEUDO R^2 = 0,0684 (R^2 = 0,2166 , R^2 - MAX = 0,3159)

STATISTIQUE DU QUOTIENT DE VRAISEMBLANCE = 85,85 > 53.7

VARIABLES	COEFFICIENTS		COEFFICIENTS TRANSFORMES	T-RATIO
A02PIE	-0,4392		-0,0165	-1,0053
A02AUT	0,3502		0,0263	0,9320
A020BJ**	0,7821		0,0762	4,5189
A02SCO**	1,0473		0,1378	4,5802
A2479	-0,0919		-0,0048	-0,5775
A2482	-0,0881		-0,0045	-0,3711
A2024	-0,0698		-0,0036	-0,2453
A2534	-0,3188		-0,0151	-0,9173
A3544	-0,2241		-0,0104	-0,5698
A4554	-0,4273		-0,0170	-0,9615
A5564	-0,0836		-0,0042	-0,1926
A65	-0,5067		-0,0173	-0,8951
SEXM	0,1763		0,0086	0,8280
EXPO	0,2104		0,0139	0,4443
EXPMI	-0,6873		-0,0204	-1,3435
EXP2	0,009		0,0000	0,0028
EXP35	-0,2029		-0,0097	-0,5962
EXP610	-0,3903		-0,0174	-1,0441
EXP11	0,0745		0,0041	0,1853
REG1**	0,7087		0,0733	2,1480
REG2	-0,2507		-0,0107	-0,4547
REG3	0,1299		0,0077	0,5662
REG4	0,0543		0,0031	0,1846
REG5	0,2369		0,0160	0,5733
REG7	0,0061		0,0003	0,0253
REG8	0,1837		0,0113	0,887
REG9	0,2425		0,0164	0,6793
REG10	-0,0518		-0,0027	-0,0895
REG11	-4,987		-0,0251	-0,0019
		0-1:	0,0004	
Z011	0,0076	1-2:	0,0004	0,1177
		2-6:	0,0017	
		0-1:	0,0020	
Y05B	0,0362	1-2:	0,0022	0,0778
		2-4:	0,0048	
AUCEINT**	0,5420		0,0426	3,4334
CSTE	-2,0167		-0,4839	-5,6324

* = coefficient significativement différent de 0 pour α = 10%

** = coefficient significativement différent de 0 pour α = 5%

2. VARIABLE DEPENDANTE : ETACON 1

Dans les tableaux 4, 5 et 6, nous retrouvons les résultats obtenus après une redéfinition de la variable dépendante. En effet, on inclut maintenant dans la variable dépendante, les accidents dans lesquels les conducteurs ont subi une blessure mineure. Nous estimons donc maintenant la probabilité qu'un conducteur soit blessé (de façon mineure, grave ou mortelle) dans un accident de la route. Cette série de régressions se veut un test des résultats obtenus par *Jonah et Lawson (1984)*. Ces derniers montrent, à l'aide d'une méthodologie semblable à *Peltzman (1975)*, que la réglementation, jusqu'en 1982, du port de la ceinture a été inefficace au Québec. Non seulement le taux de mortalité dans les accidents de la route n'a-t-il pas diminué, mais il semble même, selon eux, que les blessures graves et mineures aient augmenté. Ces conclusions peuvent s'appliquer, en grande partie, par la méthodologie et les données utilisées.

En considérant les tableaux 4, 5 et 6, plusieurs remarques s'imposent. Premièrement, la spécification utilisée explique beaucoup mieux dans son ensemble la nouvelle variable dépendante que la précédente. Le bond important de la SCQV en témoigne. Conséquemment, la part de la variance expliquée de ETACON 1 est beaucoup plus appréciable que pour ETACON. Aussi, n'est-il pas étonnant de constater que le degré de signification des coefficients de plusieurs variables est à la hausse.

Ainsi, les coefficients des variables constituant les groupes de *"type d'impact"* et de *"vitesse permise"* sont presque tous significativement différents de 0 et de signe attendu. Autre fait intéressant, les coefficients

des variables de *"année du véhicule"* deviennent positifs et significatifs contrairement aux résultats des tableaux 1, 2 et 3. Cet état de chose renforce donc l'hypothèse selon laquelle le poids des véhicules diminue significativement la probabilité de subir une blessure mineure lors d'un accident. Ce changement de signe corrobore en partie les résultats de *Moffet et Groleau (1982)*. Dans cette étude, les auteurs, en considérant, d'une part, 443 accidents mortels impliquant deux véhicules et, d'autre part, 443 accidents mortels impliquant un seul véhicule, concluent que la sévérité des blessures $(\frac{\text{nombre de morts}}{\text{nombre d'occupants}})$ est une fonction négative du poids du véhicule si celui-ci est impliqué dans une collision avec un autre véhicule. S'il n'y a pas collision, le poids n'a pas d'effet sur la probabilité. A notre avis, la définition de la sévérité des accidents dans cette étude pose certains problèmes. Premièrement, un accident impliquant deux véhicules avec des occupants à l'avant seulement devrait être moins grave qu'un accident où les occupants des véhicules prennent place à l'avant et à l'arrière, car les occupants du siège arrière du véhicule ne sont pas visés par la réglementation du port de la ceinture de sécurité. Dans notre étude, nous contrôlons cet effet en ne considérant, comme définition de sévérité, que l'état du conducteur seulement et en n'introduisant pas une variable *"port de la ceinture"*. Deuxièmement, le fait de ne retenir que les accidents mortels ne permet pas d'inférer des conclusions sur la relation entre la gravité des blessures et le poids du véhicule lors d'un accident. On peut, au plus, soutenir que le poids du véhicule diminue la probabilité qu'un accident mortel se produise. Dans notre étude, le caractère désagrégé de la variable dépendante nous a permis de tirer des conclusions plus précises.

Regardons maintenant les variables d'état, c'est-à-dire l'âge, le sexe et l'expérience de conduite. Pour ce qui est du groupe de variables *"âge"*, tous les coefficients sont de signe attendu et presque tous significativement différents de 0. Le signe et le degré de signification de la variable SEXM nécessitent quelques précisions. La tarification des compagnies d'assurance privées laisse croire que les hommes représentent généralement des risques plus élevés que les femmes en terme d'accident. En particulier, les jeunes hommes *(Graham,(1983))* sont les individus qui paient usuellement les primes d'assurance les plus élevées. Comme nous contrôlons l'âge dans les régressions, la variable SEXM devrait être moins significative, puisque les primes d'assurance des hommes tendent à rejoindre celles des femmes avec l'âge. On ne devrait donc pas se surprendre du signe et du degré de signification de la variable SEXM. Ces résultats semblent indiquer, si nous les comparons avec ceux des tableaux 1, 2 et 3, que les femmes ont une plus grande probabilité de subir une blessure mineure lorsqu'un accident se produit. Cela vient appuyer les résultats de *Bourbeau (1983)*.

En ce qui a trait aux variables d'*"expérience"*, les coefficients et les tests de Student montrent que, si nous les comparons aux résultats des trois premières régressions, la probabilité de subir une blessure mineure est une fonction positive du nombre d'années d'expérience de conduite.

Les variables de *"région"* répondent, quant à elles, à toutes nos attentes, en ce qui concerne le signe et le degré de signification de leur coefficient. La variable REG3 est la seule qui déroge à cette tendance. Il semble que les gens de la région de Québec aient tendance à subir beaucoup moins de blessures mineures lors d'un accident que les gens de Montréal.

Enfin, la variable *"port de la ceinture"* a un coefficient estimé qui est de signe attendu et très significativement différent de 0. Ces résultats indiquent donc que le port de la ceinture limite autant les blessures mineures que les blessures graves ou mortelles et viennent donc contredire ceux de *Jonah et Lawson (1984)*.

TABLEAU 4

VARIABLE DEPENDANTE : ETACON1
N = 1211

PSEUDO R^2 = 0,2701 (R^2 = 0.3622 , R^2 - MAX = 0,7456)

STATISTIQUE DU QUOTIENT DE VRAISEMBLANCE = 381,34 > 53,7

VARIABLES	COEFFICIENTS		COEFFICIENTS TRANSFORMES	T-RATIO
A02PIE**	-1,5111		-0,4354	-5,6252
A02AUT	-0,2528		-0,0976	-0,9728
A020BJ**	1,5258		0,5167	9,9392
A02SCO**	1,5874		0,4969	5,8022
A1990 **	0,5805		0,2276	4,4858
A19AUT**	0,3940		0,1561	3,1800
A2479 **	0,2849		0,1129	3,1275
A2482 **	0,3440		0,1366	2,7137
A2024 **	-0,4949		-0,1860	-2,6168
A2534 **	-0,4375		-0,1690	-2,0933
A3544 **	-0,5678		-0,2128	-2,4277
A4554	-0,3835		-0,1467	-1,5715
A5564	-0,4144		-0,1567	-1,5729
A65	-0,2811		-0,1082	-0,9211
SEXM **	-0,4014		-0,1591	-3,7126
EXP0	-0,3663		-0,1389	-0,9221
EXPM1	-0,2617		-0,1010	-0,9152
EXP2	0,1786		0,0711	0,7369
EXP35	0,3328		0,1321	1,5177
EXP610**	0,4483		0,1774	1,9749
EXP11	0,3793		0,1498	1,6052
REG1	-0,0478		-0,0189	-0,1700
REG2	0,0720		0,0286	0,2603
REG3 **	-3,3008		-0,1162	-2,1941
REG4	0,1157		0,0460	0,6887
REG5	-0,3711		-0,1408	-1,3034
REG7	-0,1130		-0,0444	-0,7697
REG8	-0,1665		-0,0653	-1,3744
REG9	-0,1120		-0,0440	-0,4687
REG10*	-0,6631		-0,2360	-1,6603
REG11	-0,5363		-0,1964	-1,1473
		0-1	0,0194	
Z011	0,0491	1-2:	0,0195	1,2161
		2-6:	0,0782	
		0-1	0,0837	
Y05B	-0,2157	1-2	0,0778	0,6626
		2-4	0,1277	
AUCEINT**	0,4745		0,1874	4,1558
CSTE	-0,2162		0,0861	-0,9078

* = coefficient significativement différent de 0 pour α = 10%
** = coefficient significativement différent de 0 pour α = 5%

TABLEAU 5

VARIABLE DEPENDANTE : ETACON1
N = 1211

PSEUDO R^2 = 0,2630 (R^2 = 0,3526 , R^2 - MAX = 0,7456)

STATISTIQUE DU QUOTIENT DE VRAISEMBLANCE = 369,49 > 53,7

VARIABLES	COEFFICIENTS	COEFFICIENTS TRANSFORMES	T-RATIO
A02PIE**	-1,5212	-0,4321	-5,6597
A02AUT	-0,2858	-0,1098	-1,1084
A020BJ**	1,4828	0,5016	9,8467
A02SCO**	1,6067	0,5004	5,8749
A1990 **	0,5444	0,2140	4,2948
A19AUT**	0,3521	0,1397	2,9028
A2479 **	0,2554	0,1012	2,8467
A2482 **	0,3381	0,1342	2,6826
A2024 **	-0,4417	-0,1673	-2,3688
A2534 *	-0,3685	-0,1431	-1,7851
A3544	-0,4935	-0,1868	-2,1382
A4554	-0,3067	-0,1184	-1,2690
A5564	-0,3501	-0,1337	-1,3408
A65	-0,2221	-0,0861	-0,7326
SEXM **	-0,3765	-0,1493	-3,5296
EXPO	-0,2916	-0,1119	-0,7448
EXPM1	-0,2248	-0,0872	-0,7914
EXP2	0,2066	0,0822	0,8582
EXP35	0,3303	0,1311	1,5090
EXP610*	0,4353	0,1723	1,9246
EXP11	0,3596	0,1421	1,5249
		0-1: 0,0184	
Z011	0,0467	1-2: 0,0185	1,1682
		2-6: 0,0744	
		0-1: -0,0845	
Y05B	-0,2180	1-2: -0,0785	-0,6778
		2-4: -0,1282	
AUCEINT**	0,4632	0,1831	4,1115
CSTE	-0,3472	-0,1377	-1,5044

* = coefficient significativement différent de 0 pour α = 10%
** = coefficient significativement différent de 0 pour α = 5%

TABLEAU 6

VARIABLE DEPENDANTE : ETACON1
N = 1211

PSEUDO R^2 = 0,2546 (R^2 = 0,3412 , R^2 - MAX = 0,7456)

STATISTIQUE DU QUOTIENT DE VRAISEMBLANCE = 355,8 > 53,7

VARIABLES	COEFFICIENTS	COEFFICIENTS TRANSFORMES	T-RATIO
A02PIE**	-1,6097	-0,4477	-5,9183
A02AUT	-0,2264	-0,0879	-0,8916
A02OBJ**	1,6321	0,5304	10,7561
A02SCO**	1,8651	0,5325	7,0535
A2479 **	0,2780	0,1102	3,0837
A2482 **	0,3276	0,1301	2,6138
A2024 **	-0,4724	-0,1610	-2,5401
A2534 **	-0,4271	-0,1655	-2,0706
A3544 **	-0,5792	-0,2174	-2,5167
A4554	-0,3649	-0,1403	-1,5103
A5564 *	-0,4343	-0,1643	-1,6688
A65	-0,2882	-0,1111	-0,9523
SEXM **	-0,3601	-0,1429	-3,3764
EXP0	-0,4250	-0,1600	-1,1010
EXPM1	-0,2592	-0,1004	-0,9233
EXP2	0,0956	0,0380	0,4011
EXP35	0,3013	0,1197	1,3961
EXP610*	0,4023	0,1594	1,7975
EXP11	0,3445	0,1363	1,4775
REG1	0,0514	0,0204	0,1861
REG2	0,1911	0,0761	0,7122
REG3	-0,1980	-0,0775	-1,4814
REG4	0,1749	0,0696	1,0546
REG5	-0,3064	-0,1177	-1,1037
REG7	-0,0387	-0,0153	-0,2897
REG8	-0,0719	-0,0284	-0,6060
REG9	0,0062	0,0025	0,0261
REG10*	-0,6679	-0,2384	-1,6795
REG11	-0,3881	-0,1469	-0,8784
Z011	0,0295	0-1: 0,0117	0,7369
		1-2: 0,0117	
		2-6: 0,0470	
Y05B	-0,1506	0-1: 0,0600	-0,4646
		1-2: 0,0597	
		2-4: 0,1132	
AUCEINT**	0,4553	0,1800	4,0243
CSTE	-0,1303	-0,0519	-0,5593

* = coefficient significativement différent de 0 pour α = 10%

** = coefficient significativement différent de 0 pour α = 5%

3. VARIABLE DEPENDANTE : ETACON2

Nous avons effectué ces régressions pour vérifier la seconde assertion de *Jonah et Lawson (1984)*, selon laquelle la légifération du port de la ceinture au Québec a, semble-t-il, augmenté le taux de blessures lors d'un accident de la route. Comme le montre les tableaux 7, 8 et 9 , nous ne retrouvons aucune trace d'un tel phénomène. Quelle que soit la spécification utilisée, le coefficient de la varaible *"port de la ceinture"* est du signe attendu et très significativement différent de 0. La probabilité de subir une blessure grave ou mineure est fortement influencée par le fait que l'on porte la ceinture ou non. A ce sujet, nous rejoignons les résultats d'*Arnould et Grabowski (1981) et Garber (1984)*.

TABLEAU 7

VARIABLE DEPENDANTE : ETACON 2
N = 1198

PSEUDO R^2 = 0,2681 (R^2 = 0,3599 , R^2.MAX = 0,7448)

STATISTIQUE DU QUOTIENT DE VRAISEMBLANCE = 373,89 > 53,7

VARIABLES	COEFFICIENTS	COEFFICIENTS TRANSFORMES	T-RATIO
A02PIE**	-1,7157	-0,4465	-5,5055
A02AUT	-0,2920	-0,1110	-1,0948
A02OBJ**	1,5264	0,5116	9,9119
A02SCO**	1,6098	0,5089	5,8686
A1990 **	0,5143	0,2029	3,8821
A19AUT**	0,3890	0,1542	3,1344
A2479 **	0,2907	0,1147	3,1748
A2482 **	0,3448	0,1368	2,7039
A2024 **	-0,4456	-0,1668	-2,3342
A2534 *	-0,3842	-0,1479	-1,8211
A3544 **	-0,5254	-0,1960	-2,2354
A4554	-3,3484	-0,1326	-1,4098
A5564	-0,3804	-0,1431	-1,4237
A65	-0,2629	-0,1005	-0,8500
SEXM **	-0,4013	-0,1589	-3,6866
EXPO	-0,2739	-0,0860	-0,6871
EXPM1	-0,1517	-0,0589	-0,5243
EXP2	0,2662	0,1058	1,0800
EXP35 *	0,3866	0,1532	1,7327
EXP610**	0,5055	0,1995	2,1947
EXP11 *	0,4461	0,1753	1,8607
REG1	-0,0411	-0,0161	-0,1446
REG2	0,0934	0,0370	0,3456
REG3 **	-0,2891	-0,1108	-2,0967
REG4	0,1135	0,0450	-0,6706
REG5	-0,3431	-0,1293	-1,2059
REG7	-0,1086	-0,0424	-0,7358
REG8	-0,1590	-0,0619	-1,3082
REG9	-0,0955	-0,0373	-0,3979
REG10	-0,6590	-0,2309	-1,6145
REG11	-0,5083	-0,1847	-1,0907
Z011	0,0501	0-1: 0,0197	1,2376
		1-2: 0,0198	
		2-6: 0,0798	
Y05B	-0,2131	0-1: 0,0820	-0,6565
		1-2: 0,0758	
		2-4: 0,1234	
AUCEINT**	0,4525	0,1790	3,9273
CSTE	-0,3222	-0,1280	-1,3166

* = coefficient significativement différent de 0 pour α = 10%
** = coefficient significativement différent de 0 pour α = 5%

TABLEAU 8

VARIABLE DEPENDANTE : ETACON2
N = 1198

PSEUDO R^2 = 0,2613 (R^2 = 0,3509 , R^2 - MAX = 0,7448)

STATISTIQUE DU QUOTIENT DE VRAISEMBLANCE = 362,89 > 53,7

VARIABLES	COEFFICIENTS	COEFFICIENTS TRANSFORMES	T-RATIO
A02PIE**	-1,6986	-0,4451	-5,5362
A02AUT	-0,3258	-0,1232	-1,2309
A020BJ**	1,4883	0,5078	9,8489
A02SCO**	1,6297	0,5118	5,9433
A1990 **	0,4807	0,1899	3,7075
A19AUT**	0,3496	0,1387	2,8767
A2479 **	0,2621	0,1035	2,9039
A2482 **	0,3393	0,1346	2,6755
A2024 **	-0,3940	-0,1488	-2,0929
A2534	-0,3186	-0,1233	-1,5290
A3544 **	-0,4572	-0,1723	-1,9634
A4554	-0,2753	-0,0991	-1,1289
A5564	-0,3237	-0,1229	-1,2221
A65	-0,2068	-0,0797	-0,6731
SEXM **	-0,3796	-0,1504	-3,5319
EXPM1	-0,1162	-0,0453	-0,4044
EXP2	0,2963	0,1177	1,2097
EXP35 *	0,3867	0,1532	1,7361
EXP610**	0,4956	0,1956	2,1588
EXP11 *	0,4314	0,1696	1,8019
Z011	0,0478	0-1: 0,0188	1,1898
		1-2: 0,0189	
		2-6: 0,0762	
Y05B	-0,0216	0-1: 0,0085	-0,6738
		1-2: 0,0085	
		2-4: 0,0468	
AUCEINT**	0,04430	0,1753	3,8947
CSTE	-0,4477	-0,1771	-1,8879

** = coefficient significativement différent de 0 pour α = 5%

* = coefficient significativement différent de 0 pour α = 10%

TABLEAU 9

VARIABLE DEPENDANTE : ETACON2
N = 1198

PSEUDO R^2 = 0,2553 (R^2 = 0,3427 , R^2 - MAX = 0,7448)

STATISTIQUE DU QUOTIENT DE VRAISEMBLANCE = 353,08 > 53,7

VARIABLES	COEFFICIENTS	COEFFICIENTS TRANSFORMES	T-RATIO
A02PIE**	-1,7737	-0,4526	-5,1331
A02AUT	-0,2800	-0,1066	-1,0691
A020BJ**	1,6210	0,5367	10,6353
A02SC0**	1,8692	0,5460	7,0635
A2479 **	0,2841	0,1121	3,1307
A2482 **	0,3280	0,1302	2,5973
A2024 **	-0,4281	-0,1607	-2,2761
A2534 *	-0,3720	-0,1434	-1,7845
A3544 **	-0,5386	-0,2005	-2,3163
A4554	-0,3326	-0,1268	-1,3620
A5564	-0,4061	-0,1521	-1,5352
A65	-0,2778	-0,1059	-0,9042
SEXM **	-0,3617	-0,1433	-3,3634
EXP0	-0,3213	-0,1215	-0,8273
EXPM1	-0,1511	-0,0586	-0,5307
EXP2	0,1913	0,0760	0,7878
EXP35	0,3569	0,1415	1,6214
EXP610**	0,4630	0,1829	2,0349
EXP11 *	0,4161	0,1636	1,7561
REG1	0,0558	0,0221	0,1991
REG2	0,2062	0,0820	0,7671
REG3	-0,1945	-0,0754	-1,4435
REG4	0,1633	0,0648	0,9448
REG5	-0,2793	-0,1064	-1,0043
REG7	-0,0434	-0,0170	-0,3003
REG8	-0,0711	-0,0279	-0,5881
REG9	0,0164	0,0065	0,6894
REG10 *	-0,6813	-0,2373	-1,6601
REG11	-0,3725	-0,1393	-0,8416
Z011	0,0330	0-1: 0,0130	0,8218
		1-2: 0,0130	
		2-6: 0,0525	
Y05B	-0,1462	0-1: -0,0567	-0,4520
		1-2: -0,0543	
		2-4: -0,0974	
AUCEINT**	0,4325	0,1711	3,7794
CSTE	-0,2452	-0,0975	-1,0207

* = coefficient significativement différent de 0 pour α = 10%
** = coefficient significativement différent de 0 pour α = 5%

CHAPITRE 5 : ANALYSE BENEFICES - COUTS

Au cours de la section précédente, nous avons montré qu'empiriquement, la ceinture était un facteur important dans la réduction de la gravité des blessures lors d'un accident de la route. Devant cet état de choses, on peut s'interroger sur les différents types d'intervention gouvernementale qui visent à augmenter le taux de port et, donc, à réduire la morbidité et la mortalité sur les routes du Québec.

A notre connaissance, il n'existe pas d'études sur l'efficacité du type de système coercitif (i.e. avec amende pour les contrevenants) qui est en place au Québec. Cela est probablement dû aux difficultés d'estimation de la fonction de coût d'une telle réglementation. *Polinsky et Shavell (1979)* ont étudié le problème de l'arbitrage optimal entre l'amende et la probabilité de subir cette amende en ce qui concerne le stationnement illégal dans une ville quelconque. Leurs simulations supposent, cependant, une fonction de coût spécifique. Il serait, à notre avis, très ardu d'évaluer l'apport du policier marginal à la hausse de la probabilité de subir l'amende dans le cas qui nous intéresse.

Un autre type d'intervention se concentre sur l'éducation des conducteurs et l'information disponible à ces derniers. Généralement, ce type d'intervention se segmente en deux parties: premièrement, les normes gouvernementales en ce qui a trait au cours de conduite sont resserrées; deuxièmement,les budgets gouvernementaux de publicité concernant la sécurité routière sont gonflés. A notre connaissance, il

n'existe qu'une seule étude qui se soit penchée sur l'évaluation de l'efficacité de ce type de politique. En effet, *Svenson et al. (1985)* concluent que ce genre d'interventions n'est pas très efficace.

Une autre façon d'augmenter le taux de port de la ceinture est d'en réduire les coûts en terme d'utilité. En rendant les ceintures plus confortables et plus faciles à boucler, on devrait observer une hausse de la proportion des ceinturés. Depuis quelques années, on décèle, chez certains constructeurs automobiles, une volonté en ce sens, mais cet effort se fait aux dépens de l'efficacité de la ceinture. Il est, de plus, difficile d'évaluer l'impact de cet effort sur le taux de port. En effet, depuis 1982, le taux de port de la ceinture de sécurité s'amoindrit de façon constante. Cela est très probablement dû à la baisse constante, en termes réels, de l'amende que subissent les contrevenants depuis 1981. Il est probable que cette réduction du taux aurait été plus marquée n'eut été l'initiative des manufacturiers. Mais il est, encore une fois, difficile de quantifier ces effets.

Enfin, une dernière façon d'augmenter le taux de port est d'implanter un régime où les constructeurs sont obligés d'installer sur chaque véhicule la ceinture de sécurité automomatique. Comme nous l'avons vu dans la première partie de ce mémoire, il existe une littérature relativement abondante sur le sujet. C'est l'alternative que nous évaluerons.

Nous utiliserons, au cours de cette analyse, une méthodologie semblable à *Arnould et Grabowski (1981)*. En ce qui a trait aux bénéfices, nous considérerons, contrairement à ces derniers, une mesure d'efficacité provenant de notre banque de données. Nous retiendrons cependant la valeur monétaire qu'ils ont attachée aux vies humaines. C'est ainsi qu'en effectuant la conversion en dollars canadiens de 1975 et en indexant jusqu'en 1983, nous obtenons les valeurs suivantes:

Arnould et Grabowski (1981) (En $U.S. de 1975)	Valeurs indexées ($CDN de 1983)
300,000	663,540

Nous avons aussi considéré d'autres valeurs pour prendre en ligne de compte les critiques de *Graham et Vaupel (1981)*. C'est ainsi que nous avons:

$U.S. de 1975	$CDN de 1983
500,000	1,115,600
1,000,000	2,231,300
3,000,000	6,694,000

En ce qui concerne les coûts, nous avons retenu les mêmes hypothèses qu'*Arnould et Grabowski (1981)* pour le coût d'opportunité, les coûts administratifs, les coûts d'implantation et la méthode de dépréciation. Nous avons inclus, en plus, les coûts monétaires rattachés à l'inconfort tel que comptabilisés par *Bloomquist (1979)*.

5.1 LE MODELE[26]

Pour évaluer les bénéfices, il nous faut, tout d'abord, construire une mesure d'efficacité. Cette mesure incorporera de façon implicite le taux de port auquel on peut s'attendre une fois la réglementation en place. Pour construire cette mesure d'efficacité, il nous faut poser une hypothèse fondamentale:

> *H1 : Le taux de port de la ceinture dans la société n'affecte pas la probabilité moyenne de subir une blessure grave ou mortelle étant donné qu'un accident s'est produit et que l'on porte la ceinture. En d'autres termes, le taux de port n'affecte pas l'efficacité de la ceinture au moment de l'accident.*

Définissons maintenant quelques symboles qui seront utilisés au cours de cette analyse:

$\overline{P}_{\xi}$: probabilité moyenne qu'un conducteur subisse une blessure grave ou mortelle étant donné qu'un accident s'est produit et associée au taux de port ξ.

ξ : taux de port de la ceinture.

$\overline{P}_{C}$: probabilité moyenne qu'un conducteur subisse une blessure grave ou mortelle étant donné qu'un accident s'est produit et qu'il porte la ceinture.

$\bar{P}_{NC}$: probabilité moyenne qu'un conducteur subisse une blessure grave ou mortelle étant donné qu'un accident s'est produit et qu'il ne porte pas la ceinture.

Alors,

$$\bar{P}_{\xi} = \bar{P}_{C}(\xi) + \bar{P}_{NC}(1-\xi)$$

De notre échantillon, nous avons:

$$\bar{P}_{.83} = (0,034)(0,83) + (0,116)(0,17)$$
$$= 0,047$$

Si nous retenons maintenant (H1), i.e.:

$\bar{P}_{C}$ indépendant de ξ

$\bar{P}_{NC}$ indépendant de ξ

nous pouvons déterminer $\bar{P}_{\xi}$ quel que soit ξ. Cette possibilité nous permet donc d'ajuster notre échantillon en fonction du taux de port observé par Transport Canada (1983) pour le Québec en 1983. Selon cet organisme, ξ était de l'ordre de 0,595 en 1983. Donc la probabilité moyenne qu'un conducteur subisse une blessure grave ou mortelle étant donné qu'un accident s'est produit en 1983 est:

$$\bar{P}_{.595} = \bar{P}_{C}(.595) + \bar{P}_{NC}(.405)$$
$$= (0,034)(0,595) + (0,116)(0,405)$$
$$= 0,0672$$

On peut maintenant caractériser notre mesure d'efficacité, e:

$$e = \bar{P}_{.595} - \bar{P}_{\xi}$$

C'est ainsi que si nous croyons que la réglementation va faire augmenter ξ de 20%, alors

$$e = \bar{P}_{.595} - \bar{P}_{.795} = 0{,}0672 - 0{,}0504 = 0{,}0168.$$

Après avoir défini le concept d'efficacité utilisé, nous avons besoin, pour compléter la compilation des bénéfices, d'autres concepts. Ainsi, nous définissons:

π : probabilité moyenne qu'un conducteur soit impliqué dans un accident avec au moins un blessé.

Selon *Boyer et Dionne (1985)*, cette probabilité est de l'ordre de 0,0116.

VR : valeur que le conducteur accorde à une réduction de 1/1000 de sa probabilité annuelle de subir une blessure grave ou mortelle dans un accident de la route
= valeur du risque

H : coût moyen d'hospitalisation et frais médicaux moyens pour blessure grave ou mortelle.

Selon *Laberge-Nadeau et al. (1983)*, le coût est de 2873$.

Nous pouvons maintenant formaliser le bénéfice total B, pour l'individu moyen:

$$B = (e^{\pi})(VR) + (e^{\pi})(H)$$

Formalisons les coûts pour obtenir le bénéfice net annuel de l'individu moyen. Pour ce faire, nous considérons deux estimés de l'investissement initial du conducteur moyen: premièrement, l'estimé du NHTSA du coût supplémentaire que représente le remplacement de la ceinture avec beaudrier par la ceinture automatique qui est de 25$ US de 1975 que nous avons arrondi à 50$ CDN de 1983.; deuxièmement, l'estimé de General Motors que nous avons arrondi à 100$CDN de 1983. A l'instar d'*Arnauld et Grabowski (1981)*, nous avons retenu une dépréciation linéaire sur la durée moyenne d'un véhicule automobile (10 ans), un coût d'opportunité qui est l'intérêt accumulé au bout de 10 ans avec un taux d'intérêt composé de 5%, et des coûts administratifs de 1$ par an qui reflètent les coûts de la réglementation en terme de bureaucratie supplémentaire. En plus de ces coûts, nous avons considéré les coûts d'utilisation de la ceinture automatique qui se répercutent sur la proportion des individus qui ne portaient pas la ceinture avant 1976, soit $1-\xi$. Ces coûts représentent les coûts d'inconfort desquels on a soustrait les coûts temporels engendrés par le fait de boucler et déboucler la ceinture compte tenu que la ceinture automatique ne génère pas ce type de coût. *Bloomquist (1979)* a estimé ces coûts et nous en avons retenu une valeur arrondie de 80$ CDN de 1983 par année.

Nous avons sommé ces coûts, nous en avons actualisé la valeur sur chaque année et nous avons retenu la moyenne sur 10 ans.

Le tableau 5.1 montre de quelle façon ont été construit ces coûts selon les deux types d'investissement initiaux.

SCENARIO 1

ANNEES(t)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COUTS	C.O.	2,50	2,62	2,75	2,89	3,04	3,19	3,35	3,51	3,69	3,87
	C.A.	1,05	1,152	1,310	1,526	1,802	2,142	2,549	3,027	4,578	6,20
	C.U.	80(ξ=31)	(80(ξ=31)	(80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)
	Δ Dep	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
TOTAL		31.75	31.97	32.26	32.61	33.04	33.53	34.04	34.73	36.46	38.27
$\frac{1}{(1+i)^t}$		30.23	28.99	27.86	26.82	25.88	25.02	24.19	23.50	23.80	23.49

SCENARIO 2

ANNEES(t)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COUTS	C.O.	5,00	5,25	5,51	5,78	6,07	6,38	6,70	7,03	7,38	7,75
	C.A.	1,05	1,152	1,310	1,526	1,802	2,142	2,549	3,027	4,578	6,2
	C.U.	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)	80(ξ=31)
	Δ Dep	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TOTAL		39.25	39.60	40.02	40.50	41.07	41.72	42.44	43.25	45.15	47.15
$\frac{1}{(1+i)^t}$		37.38	35.92	34.57	33.32	32.18	31.13	30.16	29.27	29.10	28.94

où C.O. = coût d'opportunité
C.A. = coûts administratifs
C.U. = coût d'utilisation
Δ Dep = dépréciation

(H) . Scénario 1 : I = 50$
. Scénario 2 : I = 100$
. r = 0,05
. dépréciation linéaire
. C.A. = 1$
. ξ = 60%

Les tableaux 5.2 à 5.5 exposent les résultats obtenus pour les différentes valeurs du risque (VR x 10^3). Pour mieux comprendre les tableaux qui suivent, définissons:

Zeta : ξ

PROBZ : $\overline{P}_{\xi}$

PI : πe

C1 : estimé des coûts si I = 50$

C2 : estimé des coûts si I = 100$

BN1 : bénéfice net si les coûts sont égaux à C_1

BN2 : bénéfice net si les coûts sont égaux à C_2

TABLEAU 5.2

LORSQUE LA VALEUR DU RISQUE EST : 6.6354000000E+05 $

ZETA	PROBZ	PI	C1	BN1	C2	BN2
0.595	0.0672	0.0000000000E+00	25.650	-25.650	31.892	-31.892
0.600	0.0668	4.7559999985E-06	25.959	-22.790	32.201	-29.031
0.610	0.0660	1.4268000000E-05	26.577	-17.069	32.818	-23.310
0.620	0.0652	2.3779999997E-05	27.195	-11.347	33.436	-17.589
0.630	0.0643	3.3291999998E-05	27.812	-5.626	34.054	-11.868
0.640	0.0635	4.2803999996E-05	28.430	0.095	34.672	-6.146
0.650	0.0627	5.2315999996E-05	29.048	5.816	35.289	-0.425
0.660	0.0619	6.1827999994E-05	29.666	11.537	35.907	5.296
0.670	0.0611	7.1339999995E-05	30.283	17.259	36.525	11.017
0.680	0.0602	8.0851999993E-05	30.901	22.980	37.142	16.738
0.690	0.0594	9.0363999994E-05	31.519	28.701	37.760	22.460
0.700	0.0586	9.9875999991E-05	32.136	34.422	38.378	28.181
0.710	0.0578	1.0938799999E-04	32.754	40.143	38.996	33.902
0.720	0.0570	1.1889999999E-04	33.372	45.865	39.613	39.623
0.730	0.0561	1.2841199999E-04	33.990	51.586	40.231	45.344
0.740	0.0553	1.3792399999E-04	34.607	57.307	40.849	51.066
0.750	0.0545	1.4743599999E-04	35.225	63.028	41.467	56.787
0.760	0.0537	1.5694799999E-04	35.843	68.749	42.084	62.508
0.770	0.0529	1.6645999999E-04	36.461	74.471	42.702	68.229
0.780	0.0520	1.7597199999E-04	37.078	80.192	43.320	73.950
0.790	0.0512	1.8548399999E-04	37.696	85.913	43.937	79.671
0.800	0.0504	1.9499599998E-04	38.314	91.634	44.555	85.393
0.810	0.0496	2.0450799999E-04	38.931	97.355	45.173	91.114
0.820	0.0488	2.1401999998E-04	39.549	103.076	45.791	96.835
0.830	0.0479	2.2353199998E-04	40.167	108.798	46.408	102.556
0.840	0.0471	2.3304399998E-04	40.785	114.519	47.026	108.277
0.850	0.0463	2.4255599998E-04	41.402	120.240	47.644	113.999
0.860	0.0455	2.5206799998E-04	42.020	125.961	48.262	119.720
0.870	0.0447	2.6157999998E-04	42.638	131.682	48.879	125.441
0.880	0.0438	2.7109199998E-04	43.256	137.404	49.497	131.162
0.890	0.0430	2.8060399998E-04	43.873	143.125	50.115	136.883
0.900	0.0422	2.9011599998E-04	44.491	148.846	50.732	142.605
0.910	0.0414	2.9962799998E-04	45.109	154.567	51.350	148.326
0.920	0.0406	3.0913999998E-04	45.727	160.288	51.968	154.047
0.930	0.0397	3.1865199998E-04	46.344	166.010	52.586	159.768
0.940	0.0389	3.2816399998E-04	46.962	171.731	53.203	165.489
0.950	0.0381	3.3767599998E-04	47.580	177.452	53.821	171.211
0.960	0.0373	3.4718799997E-04	48.197	183.173	54.439	176.932
0.970	0.0365	3.5669999997E-04	48.815	188.894	55.057	182.653
0.980	0.0356	3.6621199997E-04	49.433	194.616	55.674	188.374
0.990	0.0348	3.7572399997E-04	50.051	200.337	56.292	194.095

TABLEAU 5.3

LORSQUE LA VALEUR DU RISQUE EST : 1.1156000000E+06 $

ZETA	PROBZ	PI	C1	BN1	C2	BN2
0.595	0.0672	0.0000000000E+00	25.650	-25.650	31.892	-31.892
0.600	0.0668	4.7559999985E-06	25.959	-20.640	32.201	-26.881
0.610	0.0660	1.4268000000E-05	26.577	-10.619	32.818	-16.860
0.620	0.0652	2.3779999997E-05	27.195	-0.597	33.436	-6.839
0.630	0.0643	3.3291999998E-05	27.812	9.424	34.054	3.182
0.640	0.0635	4.2803999996E-05	28.430	19.445	34.672	13.204
0.650	0.0627	5.2315999996E-05	29.048	29.466	35.289	23.225
0.660	0.0619	6.1827999994E-05	29.666	39.487	35.907	33.246
0.670	0.0611	7.1339999995E-05	30.283	49.509	36.525	43.267
0.680	0.0602	8.0851999993E-05	30.901	59.530	37.142	53.288
0.690	0.0594	9.0363999994E-05	31.519	69.551	37.760	63.310
0.700	0.0586	9.9875999991E-05	32.136	79.572	38.378	73.331
0.710	0.0578	1.0938799999E-04	32.754	89.593	38.996	83.352
0.720	0.0570	1.1889999999E-04	33.372	99.614	39.613	93.373
0.730	0.0561	1.2841199999E-04	33.990	109.636	40.231	103.394
0.740	0.0553	1.3792399999E-04	34.607	119.657	40.849	113.415
0.750	0.0545	1.4743599999E-04	35.225	129.678	41.467	123.437
0.760	0.0537	1.5694799999E-04	35.843	139.699	42.084	133.458
0.770	0.0529	1.6645999999E-04	36.461	149.720	42.702	143.479
0.780	0.0520	1.7597199999E-04	37.078	159.742	43.320	153.500
0.790	0.0512	1.8548399999E-04	37.696	169.763	43.937	163.521
0.800	0.0504	1.9499599998E-04	38.314	179.784	44.555	173.543
0.810	0.0496	2.0450799999E-04	38.931	189.805	45.173	183.564
0.820	0.0488	2.1401999998E-04	39.549	199.826	45.791	193.585
0.830	0.0479	2.2353199998E-04	40.167	209.848	46.408	203.606
0.840	0.0471	2.3304399998E-04	40.785	219.869	47.026	213.627
0.850	0.0463	2.4255599998E-04	41.402	229.890	47.644	223.649
0.860	0.0455	2.5206799998E-04	42.020	239.911	48.262	233.670
0.870	0.0447	2.6157999998E-04	42.638	249.932	48.879	243.691
0.880	0.0438	2.7109199998E-04	43.256	259.953	49.497	253.712
0.890	0.0430	2.8060399998E-04	43.873	269.975	50.115	263.733
0.900	0.0422	2.9011599998E-04	44.491	279.996	50.732	273.754
0.910	0.0414	2.9962799998E-04	45.109	290.017	51.350	283.776
0.920	0.0406	3.0913999998E-04	45.727	300.038	51.968	293.797
0.930	0.0397	3.1865199998E-04	46.344	310.059	52.586	303.818
0.940	0.0389	3.2816399998E-04	46.962	320.081	53.203	313.839
0.950	0.0381	3.3767599998E-04	47.580	330.102	53.821	323.860
0.960	0.0373	3.4718799997E-04	48.197	340.123	54.439	333.882
0.970	0.0365	3.5669999997E-04	48.815	350.144	55.057	343.903
0.980	0.0356	3.6621199997E-04	49.433	360.165	55.674	353.924
0.990	0.0348	3.7572399997E-04	50.051	370.187	56.292	363.945

TABLEAU 5.4

LORSQUE LA VALEUR DU RISQUE EST : 2.2313000000E+06 $

ZETA	PROBZ	PI	C1	BN1	C2	BN2
0.595	0.0672	0.0000000000E+00	25.650	-25.650	31.892	-31.892
0.600	0.0668	4.7559999985E-06	25.959	-15.333	32.201	-21.575
0.610	0.0660	1.4268000000E-05	26.577	5.300	32.818	-0.941
0.620	0.0652	2.3779999997E-05	27.195	25.934	33.436	19.693
0.630	0.0643	3.3291999998E-05	27.812	46.568	34.054	40.326
0.640	0.0635	4.2803999996E-05	28.430	67.201	34.672	60.960
0.650	0.0627	5.2315999996E-05	29.048	87.835	35.289	81.594
0.660	0.0619	6.1827999994E-05	29.666	108.469	35.907	102.227
0.670	0.0611	7.1339999995E-05	30.283	129.103	36.525	122.861
0.680	0.0602	8.0851999993E-05	30.901	149.736	37.142	143.495
0.690	0.0594	9.0363999994E-05	31.519	170.370	37.760	164.129
0.700	0.0586	9.9875999991E-05	32.136	191.004	38.378	184.762
0.710	0.0578	1.0938799999E-04	32.754	211.638	38.996	205.396
0.720	0.0570	1.1889999999E-04	33.372	232.271	39.613	226.030
0.730	0.0561	1.2841199999E-04	33.990	252.905	40.231	246.664
0.740	0.0553	1.3792399999E-04	34.607	273.539	40.849	267.297
0.750	0.0545	1.4743599999E-04	35.225	294.172	41.467	287.931
0.760	0.0537	1.5694799999E-04	35.843	314.806	42.084	308.565
0.770	0.0529	1.6645999999E-04	36.461	335.440	42.702	329.198
0.780	0.0520	1.7597199999E-04	37.078	356.074	43.320	349.832
0.790	0.0512	1.8548399999E-04	37.696	376.707	43.937	370.466
0.800	0.0504	1.9499599998E-04	38.314	397.341	44.555	391.100
0.810	0.0496	2.0450799999E-04	38.931	417.975	45.173	411.733
0.820	0.0488	2.1401999998E-04	39.549	438.608	45.791	432.367
0.830	0.0479	2.2353199998E-04	40.167	459.242	46.408	453.001
0.840	0.0471	2.3304399998E-04	40.785	479.876	47.026	473.635
0.850	0.0463	2.4255599998E-04	41.402	500.510	47.644	494.268
0.860	0.0455	2.5206799998E-04	42.020	521.143	48.262	514.902
0.870	0.0447	2.6157999998E-04	42.638	541.777	48.879	535.536
0.880	0.0438	2.7109199998E-04	43.256	562.411	49.497	556.169
0.890	0.0430	2.8060399998E-04	43.873	583.045	50.115	576.803
0.900	0.0422	2.9011599998E-04	44.491	603.678	50.732	597.437
0.910	0.0414	2.9962799998E-04	45.109	624.312	51.350	618.071
0.920	0.0406	3.0913999998E-04	45.727	644.946	51.968	638.704
0.930	0.0397	3.1865199998E-04	46.344	665.579	52.586	659.338
0.940	0.0389	3.2816399998E-04	46.962	686.213	53.203	679.972
0.950	0.0381	3.3767599998E-04	47.580	706.847	53.821	700.606
0.960	0.0373	3.4718799997E-04	48.197	727.481	54.439	721.239
0.970	0.0365	3.5669999997E-04	48.815	748.114	55.057	741.873
0.980	0.0356	3.6621199997E-04	49.433	768.748	55.674	762.507
0.990	0.0348	3.7572399997E-04	50.051	789.382	56.292	783.140

TABLEAU 5.5

LORSQUE LA VALEUR DU RISQUE EST : 6.6940000000E+06 $

ZETA	PROBZ	PI	C1	BN1	C2	BN2
0.595	0.0672	0.0000000000E+00	25.650	-25.650	31.892	-31.892
0.600	0.0668	4.7559999985E-06	25.959	5.891	32.201	-0.350
0.610	0.0660	1.4268000000E-05	26.577	68.974	32.818	62.733
0.620	0.0652	2.3779999997E-05	27.195	132.057	33.436	125.816
0.630	0.0643	3.3291999998E-05	27.812	195.140	34.054	188.898
0.640	0.0635	4.2803999996E-05	28.430	258.223	34.672	251.981
0.650	0.0627	5.2315999996E-05	29.048	321.306	35.289	315.064
0.660	0.0619	6.1827999994E-05	29.666	384.389	35.907	378.147
0.670	0.0611	7.1339999995E-05	30.283	447.472	36.525	441.230
0.680	0.0602	8.0851999993E-05	30.901	510.555	37.142	504.313
0.690	0.0594	9.0363999994E-05	31.519	573.637	37.760	567.396
0.700	0.0586	9.9875999991E-05	32.136	636.720	38.378	630.479
0.710	0.0578	1.0938799999E-04	32.754	699.803	38.996	693.562
0.720	0.0570	1.1889999999E-04	33.372	762.886	39.613	756.645
0.730	0.0561	1.2841199999E-04	33.990	825.969	40.231	819.728
0.740	0.0553	1.3792399999E-04	34.607	889.052	40.849	882.811
0.750	0.0545	1.4743599999E-04	35.225	952.135	41.467	945.894
0.760	0.0537	1.5694799999E-04	35.843	1015.218	42.084	1008.977
0.770	0.0529	1.6645999999E-04	36.461	1078.301	42.702	1072.059
0.780	0.0520	1.7597199999E-04	37.078	1141.384	43.320	1135.142
0.790	0.0512	1.8548399999E-04	37.696	1204.467	43.937	1198.225
0.800	0.0504	1.9499599998E-04	38.314	1267.550	44.555	1261.308
0.810	0.0496	2.0450799999E-04	38.931	1330.633	45.173	1324.391
0.820	0.0488	2.1401999998E-04	39.549	1393.716	45.791	1387.474
0.830	0.0479	2.2353199998E-04	40.167	1456.798	46.408	1450.557
0.840	0.0471	2.3304399998E-04	40.785	1519.881	47.026	1513.640
0.850	0.0463	2.4255599998E-04	41.402	1582.964	47.644	1576.723
0.860	0.0455	2.5206799998E-04	42.020	1646.047	48.262	1639.806
0.870	0.0447	2.6157999998E-04	42.638	1709.130	48.879	1702.889
0.880	0.0438	2.7109199998E-04	43.256	1772.213	49.497	1765.972
0.890	0.0430	2.8060399998E-04	43.873	1835.296	50.115	1829.055
0.900	0.0422	2.9011599998E-04	44.491	1898.379	50.732	1892.138
0.910	0.0414	2.9962799998E-04	45.109	1961.462	51.350	1955.220
0.920	0.0406	3.0913999998E-04	45.727	2024.545	51.968	2018.303
0.930	0.0397	3.1865199998E-04	46.344	2087.628	52.586	2081.386
0.940	0.0389	3.2816399998E-04	46.962	2150.711	53.203	2144.469
0.950	0.0381	3.3767599998E-04	47.580	2213.794	53.821	2207.552
0.960	0.0373	3.4718799997E-04	48.197	2276.877	54.439	2270.635
0.970	0.0365	3.5669999997E-04	48.815	2339.959	55.057	2333.718
0.980	0.0356	3.6621199997E-04	49.433	2403.042	55.674	2396.801
0.990	0.0348	3.7572399997E-04	50.051	2466.125	56.292	2459.884

En examinant les tableaux 5.2 à 5.5, on constate en premier lieu, que le point de *"retournement"* qui fait apparaître des bénéfices nets positifs n'est pas beaucoup influencé par le scénario de coûts retenu. Ainsi, au tableau 5.2, BN1 devient positif à $\xi = .64$ et BN2 devient positif à $\xi = .66$. Deuxièmement, plus la valeur de la vie augmente, plus le régime de réglementation devient rentable à des ξ moins élevés. C'est ainsi qu'au tableau 5.5, en retenant le scénario de coût 1, on s'aperçoit que le système de retenue automatique exhibe des bénéfices nets à un taux de port de 60%.

Positionnons maintenant ces résultats par rapport aux autres études déjà considérées. Dans leur étude, *Arnould et Grabowski (1981)* retiennent des taux d'utilisation de la ceinture automatique de l'ordre de 60% et 70% et une valeur de la vie de l'ordre de 663,540 $CDN de 1983. En consultant le tableau 5.2, on s'aperçoit qu'en comptabilisant les coûts d'une manière ou l'autre, la réglementation montre des bénéfices nets négatifs pour un taux de port de 60% et des bénéfices nets positifs pour un taux de port de 70%. Cela contredit en partie les résultats d'*Arnould et Grabowski (1981)* qui, eux, trouvaient des bénéfices nets importants quels que soient les schémas de coûts et les taux de port retenus.

Si nous prenons, maintenant, en considération les résultats de *Graham et Henrion (1984)*, d'autres commentaires sont nécessaires. Relevons, tout d'abord, les hypothèses de travail retenues dans cette étude sont sensiblement différentes de celles d'*Arnould et Grabowski (1981)*.

Premièrement, ils supposent que le port de la ceinture réduit de 55% la probabilité de subir une blessure grave ou mortelle. Cela est légèrement inférieur à *Arnould et Grabowski* qui supposent des réductions d'à peu près 60% pour les mêmes types de blessures. En ce qui nous concerne, la réduction de la probabilité est de 70,69%, ce qui rejoint les résultats de *Laberge-Nadeau et al. (1986)* qui montrent que la probabilité de subir une blessure mortelle diminue de 69% et que la probabilité de subir une blessure grave diminue de 38%. Deuxièmement, ils utilisent des taux de port se situant entre 40% et 50% qui sont très inférieurs aux taux utilisés dans les autres études. Enfin, à l'instar d'*Arnould et Grabowski, Graham et Henrion (1984)* négligent les coûts d'inconfort. Ces différends au niveau des hypothèses de travail sont probablement les causes principales du fait qu'ils trouvent que la ceinture automatique ne montre que des bénéfices nets que si l'on estime la valeur de la vie à 750 000$ US de 1981.

Notre méthodologie d'estimation innove dans la mesure où l'efficacité de la ceinture est déterminée sur le terrain et non par des études d'ingénieurs comme dans *Arnould et Grabowski (1981)*, ou par des opinions d'experts comme dans *Graham et Henrion (1981)*. De plus, elle innove en ce qu'elle inclut les coûts d'inconfort dans tous les scénarios de coût à l'exemple de *Bloomquist (1979)*. Enfin, elle permet de conjecturer sur la portée de la réglementation dans la mesure où elle n'attache pas, a priori, à celle-ci un taux de port spécifique. On peut donc voir clairement, quelque soit le ξ, quels sont les bénéfices nets qui s'y rattachent.

CONCLUSION

Au cours de ce mémoire, nous avons orienté nos efforts en trois directions. Celles-ci sont:

- *existence ou non de "substitution pour le risque"*
- *formalisation théorique du niveau optimal d'activités d'autoassurance*
- *analyse bénéfices-coûts de la ceinture de sécurité automatique.*

De l'étude de ces problèmes, nous avons pu dégager certaines conclusions. Nous tenterons maintenant d'en faire une synthèse.

Dans la revue de la littérature, nous avons constaté que la majorité des études considérées ne nous permettait pas de conclure définitivement quant à l'existence potentielle de la *"substitution pour le risque"*. Cependant, ces études laissaient croire plus souvent qu'autrement, que cet effet était statistiquement négligeable.

Nous avons montré, dans notre modèle théorique, que l'inclusion de cet effet ne pose pas de problèmes en soi. Cependant, sa représentation dans le contexte empirique nous était rendue impossible compte tenu des données disponibles. Une avenue de recherche intéressante serait justement une vérification simultanée de l'efficacité de la ceinture automatique et de l'effet de *"substitution pour le risque"* avec, à l'instar de notre étude, une banque de données provenant de coupes instantannées.

Dans la seconde partie de ce mémoire, nous avons tenté de formaliser le comportement rationnel des individus quant au niveau d'activités d'autoassurance qu'ils génèrent. Nous avons vu que des individus qui sous-évaluent l'efficacité de leurs activités d'autoassurance, s'engagent dans des niveaux d'activités sous-optimaux. Il a été montré aussi que le gouvernement, par son action, peut faire en sorte que les individus génèrent un niveau optimal. D'autre part, dans le cas d'hétérogénéité des individus, nous avons vu que le gouvernement ne pouvait qu'inciter les individus à générer une solution de second ordre, cette solution dépendant d'un choix social en terme de redistribution du bien-être.

Le modèle que nous avons retenu est souple dans la mesure où il permet l'analyse d'autres types d'activités d'autoassurance et leur réglementation. Ainsi, ce modèle peut s'avérer une grille d'analyse intéressante en ce qui a trait aux domaines de la réglementation des normes en santé et sécurité au travail ou, encore, la réglementation des normes portant sur les produits dangereux, etc... Nous pensons, donc, que la réorientation du modèle vers ces problèmes pourrait constituer une avenue de recherche pertinente.

Dans la section empirique du mémoire, deux conclusions générales s'imposent: premièrement, il est à noter que la ceinture de sécurité s'est toujours révélée efficace (i.e. a abaissé significativement la probabilité de subir une blessure) quelque soit la variable dépendante considérée. Ce résultat empirique confirme donc l'hypothèse avancée dans la partie théorique du modèle, soit

$$\frac{\partial P(x)}{\partial x} < 0$$

Deuxièmement, la paramétrisation utilisée pour nos estimations nous a permis de faire le point sur plusieurs questions. Ainsi nous avons pu conclure sur la relation entre le poids des véhicules et la gravité des blessures subies par le conducteur lors de l'accident. De plus, nous avons pu montrer empiriquement que les hommes se blessent plus gravement que les femmes en général mais se blessent moins souvent. Enfin, nous avons mis en évidence que l'âge et l'expérience du conducteur ne se comportaient pas de façon robuste lors de nos estimations. Nous ne pouvons donc confirmer si ces caractéristiques approximent bien le risque que représente un individu.

L'analyse bénéfices-coûts qui constitue la dernière partie de ce mémoire,nous a permis de tirer les conclusions suivantes: premièrement, plus le gouvernement attachera de valeur monétaire à la vie humaine, plus la ceinture de sécurité automatique se présentera comme une solution efficace au problème de la mortalité et de la morbidité des accidents routiers; deuxièmement, la méthodologie utilisée lors de cette analyse permet d'évaluer les bénéfices nets de la réglementation quels que soient les taux de port observés après cette réglementation. Une évaluation plus rigoureuse de ces taux pourrait être une avenue de recherche non seulement potentielle mais pertinente.

ANNEXE I

Variables non précisées pour lesquelles nous avons éliminé les observations.

Variables	Description	Nombre de cas éliminés	%
A02	Genre d'accident	175	1,3
A04	Environnements	253	1,9
A05	Catégorie de route	407	3,1
A06	Localisation	57	0,4
A07	Aspect de la chaussée	85	0,6
A08	Nature de la chaussée	87	0,7
A09	Etat de la chaussée	101	0,8
A10	Etat de la surface	147	1,1
A12	Temps	176	1,3
A13	Eclairement	220	1,7
A16	Jour de l'accident	79	0,6
A17	Heure de l'accident	218	1,6
A21	Type de véhicule	74	0,6
A24	Année du véhicule	289	2,2
A25	Masse du véhicule	406	3,0
EXPINC	Expérience de conduite	15	0,1
REGINC	Région	675	5,1

ANNEXE II

Programme utilisé pour l'analyse bénéfices-coûts

```
PROGRAM MOTORCYCLEMAMA(INPUT,OUTPUT);



 CONST PPI=0.0116;
       H1 =2873.0;
       PC =0.034;
       PNC=0.116;


VAR BN1,BN2,TPORT,ZETA,PZETA,EPI:ARRAY[1..50] OF REAL;
    Y1,Y2,Y3,Y4,Y5,Y6,Y7,Y8,Y9,Y10,C1:REAL;
    Z1,Z2,Z3,Z4,Z5,Z6,Z7,Z8,Z9,Z10,C2:REAL;
    VR:REAL;
    I,J:INTEGER;

PROCEDURE PROB;
BEGIN
 ZETA[1]:=0.595;
 PZETA[1]:=PC*ZETA[1]+PNC*(1-ZETA[1]);
 ZETA[2]:=0.6;
 I:=2;
 while (i < 42) do
  BEGIN
  PZETA[I]:=PC*ZETA[I]+PNC*(1-ZETA[I]);
  j:=I+1;
  ZETA[J]:=ZETA[I]+0.01;
  I:=I+1;
  END;

 END;

PROCEDURE COUTS;
BEGIN


 Y1:=(2.5+1.05+80*(-0.310+ZETA[I])+5)*0.9524;
 Y2:=(2.62+1.152+80*(-0.310+ZETA[I])+5)*0.9070;
 Y3:=(2.75+1.310+80*(-0.310+ZETA[I])+5)*0.8638;
 Y4:=(2.89+1.526+80*(-0.310+ZETA[I])+5)*0.8227;
 Y5:=(3.04+1.802+80*(-0.310+ZETA[I])+5)*0.7835;
 Y6:=(3.19+2.142+80*(-0.310+ZETA[I])+5)*0.7462;
 Y7:=(3.35+2.549+80*(-0.310+ZETA[I])+5)*0.7107;
 Y8:=(3.51+3.027+80*(-0.310+ZETA[I])+5)*0.6768;
 Y9:=(3.69+4.578+80*(-0.310+ZETA[I])+5)*0.6446;
 Y10:=(3.87+6.20+80*(-0.310+ZETA[I])+5)*0.6139;
 C1:=(Y1+Y2+Y3+Y4+Y5+Y6+Y7+Y8+Y9+Y10)/10;

 Z1:=(5.00+1.050+80*(-0.310+ZETA[I])+10)*0.9524;
 Z2:=(5.25+1.152+80*(-0.310+ZETA[I])+10)*0.9070;
 Z3:=(5.51+1.310+80*(-0.310+ZETA[I])+10)*0.8638;
 Z4:=(5.78+1.526+80*(-0.310+ZETA[I])+10)*0.8227;
 Z5:=(6.07+1.802+80*(-0.310+ZETA[I])+10)*0.7835;
```

ANNEXE II

(suite)

```
 Z6:=(6.38+2.142+B0*(-0.310+ZETA[I])+10)*0.7462;
 Z7:=(6.70+2.549+B0*(-0.310+ZETA[I])+10)*0.7107;
 Z8:=(7.03+3.027+B0*(-0.310+ZETA[I])+10)*0.6768;
 Z9:=(7.38+4.578+B0*(-0.310+ZETA[I])+10)*0.6446;
 Z10:=(7.75+6.20+B0*(-0.310+ZETA[I])+10)*0.6139;
 C2:=(Z1+Z2+Z3+Z4+Z5+Z6+Z7+Z8+Z9+Z10)/10;
END;


PROCEDURE REDUCTION;
 BEGIN
  I:=1;
  while (i < 42) do
   BEGIN
   EPI[I]:=(PZETA[1]-PZETA[I])*PPI;
   I:=I+1;
   END;

 END;

PROCEDURE BENEFICENET;
 BEGIN
 FOR I:=1 TO 41 DO
 BEGIN
  COUTS;
  BN1[I]:=(EPI[I]*VR+EPI[I]*H1)-C1;
  BN2[I]:=(EPI[I]*VR+EPI[I]*H1)-C2;
{*  WRITELN(OUTPUT,ZETA[I],PZETA[I],EPI[I],C1,BN1[I],C2,BN2[I]);*)
  WRITE(LST,'        ',ZETA[I]:4:3,PZETA[I]:8:4,EPI[I],C1:8:3,BN1[I]:9:3);
  WRITELN(LST,C2:8:3,BN2[I]:10:3);
 END;
 END;

PROCEDURE COMPLET;
BEGIN
WRITELN(LST,'                LORSQUE LA VALEUR DU RISQUE EST : ',VR,' *');
WRITELN(LST,' ');
WRITELN(LST,'         ZETA   PROBZ          PI             C1        BN1      C2
      BN2');
WRITELN(LST,'       ------------------------------------------------------
------------');
REDUCTION;
BENEFICENET;
END;
PROCEDURE BLANC;
BEGIN
I:=1;
WHILE (I < 22) DO
BEGIN
 WRITELN(LST,'  ');
 I:=I+1;
END;
END;

{* PROGRAMME PRINCIPAL**************}

BEGIN
```

ANNEXE II
(suite)

```
WRITELN(LST,' ');
WRITELN(LST,' ');
WRITELN(LST,' ');
WRITELN(LST,' ');
WRITELN(LST,' ');
PROB;
VR:=663540.0;
COMPLET;
VR:=1115600.0;
BLANC;
COMPLET;
VR:=2231300.0;
BLANC;
COMPLET;
VR:=6694000.0;
BLANC;
COMPLET;
END.
```

NOTES

1) Pour une autre revue de la littérature, voir Bloomquist (1984) et Graham (1983).

2) National Highway Traffic Safety Agency.

3) Piétons, cyclistes et motocyclistes.

4) Il choisit 1965 au lieu de 1968 comme année finale, car la plupart des normes imposées en 1968 avaient été anticipées par l'industrie dès 1964; il reporte d'une année, à 1965 pour permettre une implantation plus complète des normes.

5) La vitesse augmente, les cas d'ébriété au volant augmentent, etc.

6) Une variable pour représenter la limite de vitesse à 55 milles à l'heure, une variable qui tient compte du nombre de milles parcourus sur les routes rurales, une variable qui représente le poids des véhicules et, enfin, une variable de tendance.

7) Evans (1982) (1984), Evans et Wasielewski (1983) et Wasielewski (1984).

8) Cette pratique est nécessaire pour contrôler les changements météorologiques d'une période à l'autre.

9) Peltzman (1975) et Evans et Wasielewski (1985).

10) Pourcentage des blessures mortelles évitées lors d'un accident.

11) Ceinture : 50 à 100$
Ceinture automatique : 75 à 250$
Coussin gonflable : 300 à 700$

12) 300,000 à 3,000,000 dollars américains.

13) De 0 à 100%.

14) NHTSA, GM et FORD.

15) Tous les ratios sont supérieurs à 2,3.

16) Accidents survenus entre le 1er août 1980 et le 31 décembre 1983.

17) Voir Annexe I.

18) Dans cet échantillon, nous avons 3 motocyclistes portant la ceinture et 345 observations manquantes.

19) Les codes proviennent du rapport d'accident du Bureau des véhicules automobiles du Québec.

20) Ici, nous ne tenons compte que du cas des automobiles car ce sont les seuls véhicules réglementés par le Code de la Sécurité routière concernant le port de la ceinture de sécurité.

21) Arnould & Gabowski (1981), Bloomquist G. (1984), Graham, J.D.(1983), Svenson et al. (1965), Graham J.D. et Henrion,Max (1984), Jonah & Lawson (1984).

22) Robertson (1977-A) (1977-C), Peltzman (1975), Lindgren et Stuart (1970), Joksch (1976-A), Graham et Garber (1984).

23) Evans (1984), Moffet et Groleau (1982).

24) On a réduit l'échantillon de 13 cas où les accidents impliquaient la mort du conducteur.

25) Il semble que le caractère dichotomique de la variable *"port de la ceinture"* puisse poser certains problèmes quant à la juxtaposition des modèles empirique et théorique . En effet, dans le cadre théorique, nous avons considéré x comme une variable continue. Cet état de chose est problématique dans la mesure où l'observation empirique est de type binaire. On peut combler cette lacune en considérant le port de la ceinture de façon temporelle. Ainsi, nous pouvons inférer que x représente non pas l'action de boucler sa ceinture *"plus ou moins"* mais plutôt *"plus souvent ou moins souvent"* permettant alors une meilleure adéquation entre le cadre théorique et l'observation empirique.

(26) Voir Annexe II pour le modèle informatisé en langage PASCAL.

REMERCIEMENTS

J'aimerais, par la présente, faire connaître les individus sans lesquels la réalisation de cet effort de recherche n'eut été possible. Tout d'abord, je tiens à exprimer ma reconnaissance la plus sincère, à *Georges Dionne,* mon directeur de recherche, qui, par sa disponibilité constante, ses encouragements opportuns et son humour, m'a permis de mener à bien ce mémoire. Il est inutile de préciser que la totalité du mémoire a profité grandement de son expertise et de sa minutie. En second lieu, je tiens à remercier *Marcel Boyer et Pierre Lasserre* pour avoir été les lecteurs de ce mémoire. Leurs commentaires pertinents ont amélioré de façon substantielle la version finale de ce travail. Troisièmement, j'aimerais remercier les organismes suivants pour l'apport financier consacré à la réalisation de ce mémoire:

- Défi-Canada 1985
- F.C.A.R. - Equipe 1985-1986
- Transports Canada 1985-1986
- Fondation Berthelet-Aubin 1986

Sans l'aide de ces organismes, il m'eut été impossible de terminer ce mémoire dans des délais si rapprochés. Il me faut, aussi, remercier *Ginette Lantagne* qui, par la célérité et la qualité de son travail de dactylographie, m'a permis de déposer ce mémoire pour la fin juillet. Enfin, il m'est difficile d'omettre le soutien *"psychologique"* et pratique du *"septième ciel"* et, en particulier, celui de *Charles Vanasse* depuis avril 1985.

BIBLIOGRAPHIE

ARNOULD, R.J. et GRABOWSKI, H. *"Auto Safety Regulation : An Analysis of Market Failure"*, Bell Journal of Economics, vol. 12, 1981, pp. 27-48.

ARROW, K.J. *"Risk Perception in Psychology and Economics"*, Economic Inquiry, vol. 20, 1983, pp. 1-9.

BAILEY, M.J. *"Reducing Risks to Life : Measurement of the Benefits"*, American Enterprise Institute of Public Policy Research, 1980

BECKER, G.S. et EHRLICH J. *"Market Insurance, Self-Insurance and Self-Protection"*, Journal of Political Economy, vol. 80, 1972, pp 623-648.

BLOOMQUIST, G. The Regulation of Motor Vehicule and Traffic Safety, mimeo, University of Kentucky, 1984.

BLOOMQUIST, G. *"Value of Life Saving : Implications of Consumption Activity"*, Journal of Political Economy, vol. 87, 1979, pp. 540-558.

BOURBEAU, R. Les accidents de la route au Québec 1926-1978 : Etude démographique et épidémiologique, Les Presses de l'Université de Montréal, 1983.

BOYER, M. et DIONNE, G. *"Sécurité routière : responsabilité pour négligence et tarification"*, Revue Canadienne d'Economique, vol. 18, 1985, pp. 814-830.

BOYER, M. et DIONNE, G. La tarifiaction de l'assurance automobile et les incitations à la sécurité routière : une étude empirique, Revue Suisse d'Economie Politique et de Statistique (à paraître), 1985.

BOYER, M. et DIONNE, G. The Riskiness of Equivalent Governmental Policies, mineo, Université de Montréal, 1984.

BOYER,M.et DIONNE, G.*"Sécurité routière : Efficacité, subvention et réglementation"*, L'Actualité économique, Revue d'Analyse Economique, vol.60, 1984, pp. 200-222.

BOYER, M. et DIONNE, G. *"Riscophobie et étalement à moyenne constante : Analyse et applications"*, L'Actualité Economique, Revue d'Analyse Economique, vol. 59, 1983, p. 208.

BRAGG, B.W. et FINN, P. *"Influence of Safety Belt Usage on the Perception of the Risk of an Accident"*, Accident Analysis and Prevention, vol. 17, 1985, pp. 15-23.

CRAGG, J.G. *"Some Statistical Models for Limited Dependent Variables with Application to the Demand for Durable Goods"*, Econometrica, vol. 39, no. 5, 1971, pp.830-844.

CRANDALL, R.W. et GRAHAM, I.D. *"Automobile Safety Regulation and Offsetting Behavior : Some New Empirical Estimates"*, American Economic Review, vol. 74, 1984, pp. 328-331.

DIONNE, G. *"Moral Hazard and Search Activity"*, Journal of Risk and Insurance, vol. 48, no. 3, 1981, pp. 422-434.

EVANS, L. *"Driver Fatalities versus Car Mass Using a New Exposure Approach"*, Accident Analysis and Prevention, vol. 16, no.1, 1984, pp. 19-36.

EVANS, L. et WASIELEWSKI, P. *"Do Drivers of Small Cars Take Less Risk in Everyday Driving"*, Risk Analysis, vol. 5, no.1, 1984, pp.25-32.

GAUDRY, M. *"DRAG, un modèle de la demande routière, des accidents et de leur gravité, appliqué au Québec de 1956 à 1982"*, C.R.D.E., cahier 8432, 1984.

GAUDRY, M.,BALDINO, D. et LIEM, T.C. *"FRQ, Fichier Routier Québécois"*, C.R.D.E., cahier 8433, 1984.

GOURIEROUX, C. Econométrie des variables qualitatives, Economica, 1984.

GRAHAM, J.D. Automobile Safety : An Investigation of Occupant-Protection Policies, Thèse de doctorat, Carnegie-Mellon University, 1983.

GRAHAM, J.D. et HENRION,Max, *"A Probalistic Analysis of the Passive-Restraint Question"*, Risk Analysis, vol.4, no.1, 1984, pp. 25-40.

GRAHAM, J.D. et GARBER, S. *Evaluating the Effects of Automobile Safety Regulation"*, Journal of Policy Analysis and Management, vol.3, 1984, pp. 206-224.

GRAHAM, J.D. et VAUPEL, J.W. *"Value of a Life : What Difference Does it Make?"*, Risk Analysis, vol.1, no.1, 1981, pp. 81-95.

HUELKE, D. et O'Day, J. *"The National Highway Traffic Safety Administration Passive Restraint-Systems- A Scientist's View Point"*, Conference on the Scientific Basis of Health and Safety Regulations, the Brookings Institution, novembre 1979.

JOKSCH, H.C. *"Critique of Sam Peltzman's Study - The Effects of Automobile Safety Regulation"*, Accident Analysis and Prevention, vol.8, 1976, pp. 129-137.

JOKSCH, H.C. *"The Effects of Automobile Safety Regulation : Comments on Sam Peltzman's Reply"*, Accident Analysis and Prevention, vol.8, 1976, pp. 213-214.

JONAH, B.A. et LAWSON, J.J. *"The Effectiveness of the Canadian Mandatory Seat Belt Use Laws"*, Accident Analysis and Prevention, vol.16, no.5 et 6, 1984, p. 433-450.

JONES-LEE, M.W. The Value of Live and Safety, North-Holland, 1982.

JONES-LEE, M.W., HANNERTON, M. et PHILIPS, P.R. *"The Value of Safety : Results of a National Sample Survey"*, The Economic Journal, vol.95, 1985, pp. 49-72.

KUNREUTHER, H., GINSBERG, R., MILLER, L. SAYI, P., SLOVIC, P., BORKAM, B. et KATZ, N., Disaster Insurance Protection, Wiley and Sons, 1978.

LABERGE-NADEAU, C., SAINT-PIERRE, M.H., MAAG, U., BOURBEAU, R. et BEAUCAIRE, C. *"L'efficacité de la ceinture de sécurité"*, Communication présenté au Colloque "Direction de la Recherche en sécurité routière", 6 juin 1986.

LABERGE-NADEAU, C., GAUVIN, S., BEAUCAIRE, C. et SAINT-PIERRE, M.H. *"L'efficacité de la ceinture de sécurité : Examen critique de la documentation"*, C.R.T., cahier 453, 1986.

LABERGE-NADEAU, C., BIENVENU, M., MAAG, U. et BOURBEAU, R., *"Rapport technique sur l'analyse de la qualité des données des fichiers de la R.A.A.Q. pour fins d'évaluation de la ceinture de sécurité"*, C.R.T., cahier 340, 1984.

LABERGE-NADEAU, C., BOURBEAU, R. et GRANGER, J. *"An Epidemiological Approach to Road Crashes and Injuries in Quebec"*, C.R.T., 1983.

LAWSON, J.J. *"The Costs of Road Accidents and their Application in an Economic Evaluation of Safety Programmes"*, Communication présentée à The Annual Conference of The Roads and Transportation Association of Canada, septembre, 1978.

LINDGREN, B. et STUART, C. *"The Effects of Traffic Safety Regulation"*, Journal of Political Economy, vol.88, pp. 412-427.

LUND, A.K. et ZADOR, P. *"Mandatory Belt Use and Driver Risk Taking"*, Risk Analysis, vol.4, no.1, 1984, pp. 41-53.

MacAVOY, P. *"The Regulation of Accidents"* dans Manne et Miller (ed's) Auto Safety Regulation : The Cure or the Problem, Thomas Horton and Daughters, 1976.

MADDALA, G.S., Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics, Cambridge University Press, 1983.

MADDALA, G.S., Econometrics, McGraw-Hill, 1977.

MALINVAUD, E., Leçons de théorie microéconomique, Dunod, 4e édition, 1982.

MAYERS, D. et SMITH, C. *"The Interdependence of Individual Port-folio Decisions and the Demand for Insurance"*, Journal of Political Economy, vol. 91, pp. 304-311.

MOFFET, D. et GROLEAU, G. *"L'impact du poids des automobiles sur la sévérité dans les accidents de la route au Québec pour les années 1978, 1979 et 1980"*, Département d'Economique, cahier 8203, Université Laval, 1982.

NELSON, R.R. *"Comments on Peltzman's Paper on Automobile Safety Regulation"* dans Manne et Miller (eds) Auto Safety Regulation:the Cure or the Problem, Thomas Horton and Daughters, 1976.

PELTZMAN, S. *"A Reply"*, Journal of Economic Issues, vol. 11, 1977, pp.672-678.

PELTZMAN, S. *"The Regulation of Automobile Safety"* dans Manne et Miller (eds), Auto Safety Regulation : the Cure or the Problem, Thomas Horton and Daughters, 1976.

PELTZMAN, S. *"The Effects of Automobile Safety Regulation"*, Journal of Political Economy, vol. 83, 1975, pp. 677-725.

POLINSKY, A.M. et SHAVELL, S. *"The Optimal Tradeoff between the Probability and the Magnitude of Fires"*, American Economic Review, vol. 69, 1979, pp. 880-891.

R.A.A.Q. *"La ceinture de sécurité - La législation et les recherches effectuées dans divers pays"*, Service de la recherche et de la statistique, juin 1982.

R.A.A.Q. *"Base documentaire sur la ceinture de sécurité et les dispositifs de retenue"*, Service de la recherche et de la statistique, janvier 1984.

R.A.A.Q. *"Evaluation du port de la ceinture de sécurité - le milieu urbain, autoroutes et routes principales"*, Service de la recherche et de la statistique, septembre 1983.

ROBERTSON, L.S. *"A Critical Analysis of Peltzman's: The Effects of Automobile Safety Regulation"* , Journal of Economic Issues, vol.11, 1977, pp 587-600.

ROBERTSON, L.S. *"Rejoinder to Peltzman"*, Journal of Economic Issues, vol.11, 1977, pp. 679-683.

ROBERTSON, L.S. *"State and Federal New Car Safety Regulation : Effects on Fatality Rates"*, Accident Analysis and Prevention, vol. 9, 1977, pp. 151-156.

SLOVIC, P., FISCHHOFF, B. et LICHTENSTEIN, S. *"Accident Probabilities and the Seat Belt Usage : A Psychological Perspective"*, Accident Analysis and Prevention, vol. 10, 1978, pp. 281-285.

SVENSON, O., FISCHHOFF, B. et MacGREGOR, D., *"Perceived Driving Safety and Seatbelt Usage"*, Accident Analysis and Prevention, vol. 17, no.2, 1985, pp. 119-133.

TRANSPORTS CANADA, Feuillet TP-2436-CL-8502 (F), 1985.

THALER, R. et ROSEN, S. *"The Value of Saving a Life : Evidence from the Labor Market"* dans N.E. Terleckyj (ed) Household Production and Consumptions Studies in Wealth and Income, Columbia University Press, 1975.

WASIELEWSKI, P. *"Speed as a Measure of Driver Risk : Observed Speed Versus Driver and Vehicle Characteristics"*, Accident Analysis and Prevention, vol. 16, 1984, pp. 89-103.

WINSTON, C. et MANNERING, F. *"Consumer Demand for Automobile Safety"*, American Economic Review, vol. 74, 1984, pp. 316-319.